

WEST

Generate Collection Print

Mar 31, 1994

DERWENT-ACC-NO: 1994-110489
DERWENT-WEEK: 199745
COPYRIGHT 2003 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Antenna arrangement for nuclear spin resonance device - has sub antennae with screens and flat conductor structures on pole plates

INVENTOR: DUERR, W; MIKOSHIBA, N ; WATANABE, Y

PATENT-ASSIGNEE:

ASSIGNEE	CODE
SIEMENS AG	SIEI
SIEMENS-ASAHI MEDICAL SYSTEMS LTD	SIEI

PRIORITY-DATA: 1992DE-4232884 (September 30, 1992)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
DE <u>4232884</u> A1	March 31, 1994		015	G01R033/32
DE <u>4232884</u> C2	October 16, 1997		016	G01R033/34
US <u>5467017</u> A	November 14, 1995		016	G01R033/28

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DATE	APPL-NO	DESCRIPTOR
DE 4232884A1	September 30, 1992	1992DE-4232884	
DE 4232884C2	September 30, 1992	1992DE-4232884	
US 5467017A	September 30, 1993	1993US-0129314	

INT-CL (IPC): A61B 5/055; G01R 33/28; G01R 33/32; G01R 33/34; G01R 33/422

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 4232884A
BASIC-ABSTRACT:

A base magnetic field is formed between two pole plates (1,2), each of which carries a sub-antenna (4-7). Each sub-antenna consist of a closed, earthed screen (4,5) facing the pole plate and a flat conductor structure (6,7) at a distance to and parallel wrt. the screen.

A high frequency current is fed into one side of the sub-antenna's conductor structure. The conductor structures carry current in opposite directions. Each conductor structure is divided into individual conducting strips.

USE/ADVANTAGE - For nuclear spin tomography device used in medical field. Antenna arrangement is designed to be as flat as possible and to exhibit good homogeneity and sensitivity.

ABSTRACTED-PUB-NO:

US 5467017A
EQUIVALENT-ABSTRACTS:

An antenna arrangement for generating a substantially homogenous radio-frequency field in a nuclear magnetic resonance apparatus having means for generating a basic magnetic field between two pole plates, said antenna arrangement comprising:

a sub-antenna disposed at each pole plate;

each sub-antenna having a grounded shielding substantially impermeable to radio frequency fields, facing the pole plate at which the sub-antenna is disposed, and a conductor structure formed by at least one flat electrical conductor disposed a distance from said shielding and extending substantially parallel thereto; and

means for feeding said sub-antennas with high-frequency current flowing in opposite directions in the respective conductor structures.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/18 Dwg.1/18

TITLE-TERMS: ANTENNA ARRANGE NUCLEAR SPIN RESONANCE DEVICE SUB ANTENNA SCREEN FLAT CONDUCTOR STRUCTURE POLE PLATE

DERWENT-CLASS: P31 S01 S03 S05 W02

EPI-CODES: S01-E02A; S01-H05; S03-E07; S05-D02B1; W02-B09;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1994-086512



19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

Off nl ungsschrift
DE 42 32 884 A 1

51 Int. Cl.⁵:
G 01 R 33/32

21 Aktenzeichen: P 42 32 884.5
22 Anmeldetag: 30. 9. 92
43 Offenlegungstag: 31. 3. 94

DE 42 32 884 A 1

71 Anmelder:
Siemens AG, 80333 München, DE; Siemens-Asahi
Medical Systems Ltd., Tokio/Tokyo, JP

74 Vertreter:
Fuchs, F., Dr.-Ing., Pat.-Anw., 81541 München

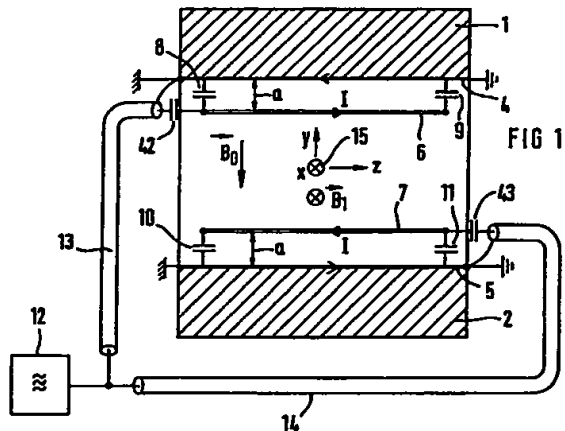
72 Erfinder:
Mikoshiba, Norihiko, 8520 Erlangen, DE; Watanabe,
Yutaka, 8520 Erlangen, DE; Dürr, Wilhelm, Dr.-Ing.,
8520 Erlangen, DE

58 Für die Beurteilung der Patentfähigkeit
in Betracht zu ziehende Druckschriften:

DE	40 38 107 A1
DE	38 14 260 A1
US	49 68 937
US	48 80 550
EP	1 51 726 A2
EP	3 18 257

54 Antennenanordnung für ein Kernspinresonanzgerät

57 Die Erfindung betrifft eine Antennenanordnung für ein Kernspinresonanzgerät, bei dem ein Grundmagnetfeld zwischen zwei Polplatten (1, 2) aufgebaut wird. An jeder Polplatte (1, 2) ist eine Teilantenne angeordnet, bestehend aus einem geschlossenen, geerdeten, der jeweiligen Polplatte (1, 2) zugewandten Schirm (4, 5) und einer flächenhaften, in Abstand zum Schirm (4, 5) und im wesentlichen parallel zu diesem angeordneten Leiterstruktur (6), in die ein Hochfrequenzstrom eingespeist wird.



DE 42 32 884 A 1

Für Kernspinresonanzgeräte benötigt man bekanntlich neben starken magnetischen Grundfeldern magnetische Gradientenfelder und Hochfrequenzfelder für die Anregung von Kernspins. Bei den weit verbreiteten supraleitenden Magneten verwendet man im allgemeinen eine Helmholtz-Spulenordnung, in deren Inneren der Untersuchungsraum liegt. Die Richtung des Grundmagnetfeldes liegt somit in Längsrichtung des zu untersuchenden Patienten. Zur Auslenkung der Kernspins wird ein Hochfrequenzfeld eingestrahlt, das magnetische Feldkomponenten senkrecht zur Richtung des Grundmagnetfeldes aufweist.

Hierzu kann beispielsweise eine Antennenstruktur verwendet werden, wie sie in der US-PS 4,506,224 dargestellt ist. Dabei verlaufen Stäbe in Längsrichtung des Magneten, also in Richtung des Grundmagnetfeldes.

Kernspintomographiegeräte, die mit normal leitenden Magneten oder mit Permanentmagneten betrieben werden, weisen meist eine C- oder H-Form auf oder sind mit vier Säulen ausgeführt. Das Grundmagnetfeld wird zwischen zwei Polplatten erzeugt und liegt somit senkrecht zur Längsrichtung des Patienten. Der offene Untersuchungsraum derartiger Magnetstrukturen hat gegenüber dem geschlossenen, rohrförmigen Untersuchungsraum, wie er bei supraleitenden Magneten üblich ist, mehrere Vorteile. Das Untersuchungsvolumen bleibt während der Untersuchung relativ problemlos zugänglich, so daß interventionelle Untersuchungen durchgeführt werden können. Ferner ist bei derartigen offenen Systemen kaum die Gefahr gegeben, daß der untersuchte Patient klaustrophobische Zustände bekommt.

Bei Polplatten-Magneten ist man bestrebt, den Polplattenabstand möglichst klein zu halten, damit das Magnetgewicht klein bleibt und eine bessere Grundfeldhomogenität zu erreichen ist. Alle Einbauten zwischen den Polplatten, z. B. auch die Hochfrequenzantennen, müssen daher so flach wie möglich gehalten werden. Ferner müssen sie so gestaltet werden, daß die Zugänglichkeit des Untersuchungsvolumens für interventionelle Untersuchungen nicht beeinträchtigt wird.

In der DE-A1-03 59 374 ist eine Antennenanordnung beschrieben, bei der jeder Polplatte eine Teilantenne mit relativ großflächigen Leitern sowie mit einem Rückleiter zugeordnet ist. Die großflächigen Leiter wirken zusammen mit dem Rückleiter als Transmission-Line, die auf die Hochfrequenz abgestimmt ist. Die großflächigen Leiter an den beiden Polplatten sind entgegengesetzt von Strom durchflossen. Nachteilig bei dieser Anordnung ist, daß durch den Rückleiter Störungen der Hochfrequenzverteilung verursacht werden.

Die Erfindung geht von der Aufgabe aus, eine Antennenanordnung der eingangs genannten Art so zu gestalten, daß sie möglichst flach und mit guter Homogenität und Empfindlichkeit ausgeführt werden kann.

Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Patentanspruches 1 gelöst. Mit der Struktur von Schirm und Leitern wird eine gute Homogenität des erzeugten Hochfrequenzfeldes erzielt.

Bei gleichem Abstand a zwischen Hin-Rückleiter einerseits und Leiterschirm andererseits ist die Empfindlichkeit bei der geschirmten Leiteranordnung deutlich höher als bei einer Anordnung Hin-Rückleiter. Dies läßt sich leicht einsehen, wenn man gedanklich den Schirm durch entsprechende Spiegelströme ersetzt. Der entstehende Stromdipol hat dann den Abstand 2a zwischen

Hin- und Rückleiter und erzeugt demnach bei gleichem Strom ein entsprechend höheres Nutzfeld als die einfache Hin-Rückleiteranordnung.

Ferner wird eine gute Entkopplung zwischen Gradienten- und HF-System erreicht, wodurch Störungen von außen weitgehend unterdrückt werden.

Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen angegeben.

Ausführungsbeispiele der Erfindung werden nachfolgend anhand der Fig. 1 bis 18 dargestellt. Es zeigen:

Fig. 1 ein Beispiel für die Antennenanordnung in schematischer Darstellung in Frontansicht,

Fig. 2 dieselbe Anordnung in Seitenansicht,

Fig. 3 eine Anordnung mit einem Phasenschieber zwischen den beiden Teilantennen,

Fig. 4 und 5 eine Antennenanordnung mit einer eigenen Rückstromplatte,

Fig. 6 bis 12 verschiedene Möglichkeiten zur Ankopplung der Leiterstruktur an den Schirm, um die Homogenität des Hochfrequenzfeldes zu verbessern,

Fig. 13 eine Leiterstruktur in Form einzelner Streifen,

Fig. 14 und 15 Leiterstrukturen, deren Kontur an das Untersuchungsvolumen angepaßt ist und

Fig. 16 und 17 Leiterstrukturen, bei denen die einzelnen Leiterstreifen unterschiedlichen Abstand zum Schirm aufweisen und

Fig. 18 eine zirkular polarisierende Antennenstruktur.

Das Prinzip der Erfindung wird zunächst anhand der schematischen Darstellungen nach den Fig. 1 und 2 erläutert, wobei Fig. 1 eine Frontansicht und Fig. 2 eine Seitenansicht der Anordnung darstellen. Im Ausführungsbeispiel wird ein C-förmiger Magnet mit zwei Polplatten 1 und 2 und einem Joch 3 verwendet. Das Magnetfeld wird durch eine Spule 3a erzeugt.

Die für ein Kernspintomographiegerät erforderlichen Shim-Spulen zur Verbesserung der Grundfeldhomogenität und die Gradientenspulen sind in den Fig. 1 und 2 der Übersichtlichkeit wegen weggelassen, da sie nicht zur Erfindung beitragen.

An beiden Polplatten 1 und 2 ist jeweils ein geerdeter Hochfrequenzschirm 4 bzw. 5 vorgesehen. Die beiden Hochfrequenzschirme 4 und 5 können im Bereich des Joches 3 über eine Verbindung 4a miteinander verbunden sein, so daß insgesamt ein U-förmiger Schirm entsteht, der an der dem Joch 3 abgewandten Seite offen ist, so daß die Zugänglichkeit zum Untersuchungsobjekt kaum beeinträchtigt wird. Jeweils in einem Abstand a zu den Schirmen 4 und 5 ist im Bereich der Polplatten 1 und 2 eine Leiterstruktur 6 bzw. 7 angeordnet. Die Leiterstrukturen 6 und 7 sind jeweils über mehrere, über die Breite verteilte Kondensatoren 8 und 9 bzw. 10 und 11 mit dem Schirm 4 bzw. 5 verbunden. Zur Erzeugung eines Hochfrequenzfeldes müssen die Leiterstrukturen 6 und 7 in zueinander entgegengesetzter Richtung von Strom durchflossen werden. Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 geschieht dies dadurch, daß ein Hochfrequenzsender 12 über Koaxialleitungen 13, 14 und Anpasskondensatoren 42, 43 an entgegengesetzten Enden der Leiterstrukturen 6 bzw. 7 angeschlossen ist. Der Mantel der Koaxialleiter 13, 14 ist mit dem jeweiligen Schirm 4 bzw. 5 verbunden.

In Fig. 1 ist ein Koordinatenkreuz 15 eingezeichnet. Das Grundmagnetfeld B_0 verläuft von der Polplatte 1 zur Polplatte 2, also in dem definierten Koordinatensystem in -y-Richtung. Die von der Antennenanordnung erzeugte magnetische Feldkomponente B_1 muß senkrecht zum Grundmagnetfeld B_0 verlaufen. Im Ausführungs-

rungsbeispiel nach Fig. 1 verläuft sie in x-Richtung.

Der Abstand a zwischen Schirm 4 bzw. 5 und Leiterstruktur 6 bzw. 7 wird möglichst klein gehalten, um den Untersuchungsraum nicht mehr als nötig zu verkleinern oder um bei vorgegebenem Untersuchungsraum mit einem möglichst geringem Abstand zwischen den Polplatten 1 und 2 auszukommen. Der Wirkungsgrad der Antenne wird zwar um so schlechter, je näher die Leiterstrukturen 6, 7 am Schirm 4 bzw. 5 angeordnet sind. Dies spielt jedoch für Sendeantennen eine eher untergeordnete Rolle, da die Einbuße an Wirkungsgrad durch einen leistungsstärkeren Sender wieder ausgeglichen werden kann. Kritischer wäre ein geringer Abstand bei Einsatz der Antenne als Empfangsantenne, da dort eine Verschlechterung des Wirkungsgrades mit einer Verringerung des Signal-Rausch-Verhältnisses verbunden wäre. Dies läßt sich jedoch dadurch umgehen, daß man die beschriebene Antennenstruktur nur zum Senden benutzt und zum Empfangen Lokalspulen vorsieht. Bei einer realisierten Anordnung hat sich ein Abstand $a = 2$ cm zwischen Leiterstruktur und Schirm als guter Kompromiß erwiesen.

Die Dicke des Schirms 4, 5 sollte für eine gute Schirmwirkung etwa gleich der doppelten Eindringtiefe (Skin-Tiefe) der Hochfrequenz sein. Zur Vermeidung von Wirbelströmen, die durch Gradientenfelder induziert werden, kann der Schirm 4, 5 auch geschlitzt ausgeführt werden. Werden die Schlitzte, die so anzuordnen sind, daß wirbelstrombahnen unterbrochen werden, kapazitiv überbrückt, so bleibt die HF-Schirmwirkung weitgehend erhalten.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 3 werden die hochfrequenten Ströme für die beiden Leiterstrukturen 6 und 7 von derselben Seite her zugeführt. Um eine entgegengesetzte Stromrichtung zu erreichen, ist ein Phasenschieber 15 vorgesehen, der die Ströme für die Leiterstruktur 7 gegenüber denjenigen für die Leiterstruktur 6 um 180° .

Mit der geschirmten Leiteranordnung soll, auch eine Abstrahlung von HF-Energie verhindert werden, die ansonsten mit einer undefinierten Wechselwirkung mit Kabeln, Geräten und Personen im Untersuchungsraum verbunden ist. Aufgrund der Stromverteilung auf dem Schirm und der damit verbundenen Potentialverteilung, ist bei dieser einseitig offenen U-Struktur jedoch noch eine leichte Hochfrequenzabstrahlung vorhanden.

Um diese verbleibende Hochfrequenzabstrahlung noch weiter zu reduzieren, kann man die normalerweise über den Schirm fließenden Rückströme über eine eigene Rückstromplatte führen. Ein entsprechendes Ausführungsbeispiel ist in einer Detailzeichnung für eine Polplatte in Fig. 4 in einem seitlichen Schnitt, in Fig. 5 in Draufsicht dargestellt. Auf den Schirm 4 wird unter Zwischenlage eines Isolators 41 eine Rückleiterplatte 40 aufgelegt, die den Rückstrom führt. Die Dicke des Isolators 41 und damit der Abstand zwischen Rückstromplatte 40 und Schirm 4 wird sehr klein bemessen (ca. 1 ... 2 mm), so daß der Wirkungsgrad der Antenne kaum beeinflusst wird. Die Schirmströme und daher auch die Abstrahlung sind aber deutlich reduziert.

Zur Vermeidung von Artefakten muß in der Kernspintomographie das Hochfrequenzfeld im Untersuchungsbereich möglichst weitgehend homogen sein. Dazu wird jede Leiterstruktur 6, 7 zweckmäßigerweise in einzelne Leiterstreifen aufgeteilt und der Strom durch die einzelnen Leiterstreifen so beeinflusst, daß die Homogenität des Hochfrequenzfeldes optimiert wird. Verschiedene Möglichkeiten hierzu sind jeweils am Bei-

spiel einer einzelnen Teilantenne in den Fig. 6 bis 13 dargestellt.

Bei der Leiterstruktur nach Fig. 6 sind die einzelnen Leiterstreifen 6a bis 6e nur am Einspeisepunkt miteinander verbunden. Am Einspeisepunkt ist ferner ein Kondensator 45 gegen Masse vorgesehen. An dem Einspeisepunkt gegenüberliegenden Enden der Leiterstreifen 6a bis 6e sind jeweils einzelne Kondensatoren 17 bis 21 gegen Masse vorgesehen. Diese Kondensatoren 17 bis 21 sind einstellbar, so daß die Ströme I_a bis I_e durch die einzelnen Leiterstreifen 6a bis 6e zur Optimierung der Hochfrequenzfeldhomogenität jeweils einzeln eingestellt werden könnten.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 7 sind ebenfalls die einspeisungsseitigen Enden der Leiterstreifen 6a bis 6e miteinander verbunden, die gegenüberliegenden Enden sind jeweils einzeln an Masse angeschlossen. Die Stromaufteilung wird hier durch Kondensatoren 22 bis 26 zwischen den einspeisungsseitigen Enden der Leiterstreifen 6a bis 6e und Masse gesteuert.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 8 sind die Leiterstreifen 6a bis 6e beidseitig miteinander verbunden. Ferner sind an jedem Ende jedes Leiterstreifen 6a bis 6e Kondensatoren 22 bis 26 bzw. 17 bis 21 gegen Masse vorgesehen. Hier hat man durch die Kondensatorreihen auf beiden Leiterstreifenenden die Möglichkeit, die Stromverteilung zu optimieren.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 9 unterscheidet sich von demjenigen nach Fig. 8 dadurch, daß an den der Einspeisungsseite abgewandten Enden der Leiterstreifen 6a bis 6e eine feste Verbindung zur Masse besteht.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 10 wird die Tatsache ausgenutzt, daß man nicht nur durch die Kapazität der Kondensatoren, sondern auch durch deren Anordnung die Stromverteilung beeinflussen kann. Hierbei sind die Kondensatoren 17 bis 23 nicht alle an den Enden der Leiterstreifen 6a bis 6e angeschlossen, sondern teilweise an deren endseitigen Verbindungsleitungen. Durch die exakte Anschlußposition läßt sich die Homogenität des Hochfrequenzfeldes beeinflussen.

Das Ausführungsbeispiel nach Fig. 11 unterscheidet sich von demjenigen nach Fig. 8 lediglich dadurch, daß nur an der Einspeisungsseite Kondensatoren 21 bis 23 gegen Masse vorgesehen sind, während auf der gegenüberliegenden Seite der Leiterstreifen 6a bis 6e zwei direkte Verbindungen mit Masse bestehen, durch deren Position wiederum die Grundfeldhomogenität beeinflusst werden kann.

Fig. 12 zeigt eine Ausführungsform, die sich von derjenigen nach Fig. 9 dadurch unterscheidet, daß in die einzelnen Leiterstreifen 6a jeweils einstellbare Kondensatoren 27 bis 31 eingefügt sind, durch die ebenfalls die Stromverteilung über die Leiterstreifen 6a bis 6e eingestellt werden kann. Die Kondensatoren 27 bis 31 könnten auch durch Induktivitäten ersetzt werden, was nicht gesondert dargestellt ist.

Beim Ausführungsbeispiel nach Fig. 13 variiert die Breite der Leiterstreifen 6 über die Leiterstruktur, und zwar werden die Leiterstreifen von der Mitte nach außen breiter. Ferner wird der Abstand zwischen den Leiterstreifen 6 variiert. Dies stellt eine weitere Möglichkeit dar, die Homogenität des Hochfrequenzfeldes zu optimieren.

Das Untersuchungsvolumen eines Kernspintomographen ist im allgemeinen kugelförmig. Daher wären einer Kreisform angenäherte Leiterstrukturen dem Untersuchungsvolumen besser angepaßt als die bislang dargestellten Rechteckformen. Einer Kreisform angenäherte

Leiterstrukturen können z. B. erreicht werden, wenn man entsprechend Fig. 14 die Verbindungsleiter 46, 47 einer Kreisform annähert. Alternativ könnte man auch die einzelnen Leiterstreifen entsprechend Fig. 15 als Kreisbögen gestalten.

Weitere Möglichkeiten zur Optimierung der Hochfrequenzfeldhomogenität sind in den Fig. 16 und 17 dargestellt. Hierbei wird das Hochfrequenzfeld dadurch beeinflusst, daß die einzelnen Leiterstreifen vom Schirm einen unterschiedlichen Abstand aufweisen.

Die bisher dargestellten Antennenstrukturen erzeugen ein linear polarisiertes Hochfrequenzfeld im Untersuchungsraum. Mit einem zirkular polarisierten Hochfrequenzfeld könnte man bei gleichbleibender Anregung die Hochfrequenzleistung verringern (theoretisch um die Hälfte). Mit einer Antennenstruktur nach Fig. 18 kann man ein derartiges zirkular polarisiertes Hochfrequenzfeld erzeugen. Hierbei weist jede Teilantenne zwei Leiterstrukturen 6 und 6a auf, die um 90° gegeneinander verdreht sind, d. h. die Leiterstreifen der Leiterstruktur 6a einen Winkel von 90°. Die Einspeisung des Hochfrequenzstromes erfolgt über einen 90°-Phasenschieber 50, der den Strom in die Leiterstruktur 6a gegenüber dem Strom die Leiterstruktur 6 um 90° phasenverschiebt. Dadurch rotiert der magnetische Feldvektor des Hochfrequenzfeldes in der z-Ebene, d. h. es liegt eine zirkulare Polarisation vor.

Um eine möglichst gute Zirkularität des Feldes zu erzielen, sollten die Leiterstrukturen 6 und 6a den gleichen Abstand a zum Schirm haben. In der Praxis liegen diese auch sehr eng beieinander. Dadurch entsteht natürlich eine starke kapazitive Verkopplung der Teilsysteme. Diese störende Verkopplung kann kompensiert werden durch mindestens eine Induktivität 44 zwischen beiden Leitersystemen 6, 6a. Diese kann z. B. an einer Ecke oder — wie in Fig. 18 dargestellt — auch an jeder Ecke angeordnet werden.

Patentansprüche

1. Antennenanordnung für ein Kernspinresonanzgerät, bei dem ein Grundmagnetfeld zwischen zwei Polplatten (1, 2) aufgebaut wird, wobei an jeder Polplatte (1, 2) eine Teilantenne (4 bis 7) angeordnet ist, bestehend aus einem geschlossenen, geerdeten, der jeweiligen Polplatte (1, 2) zugewandten Schirm (4, 5) und einer flächenhaften, in Abstand zum Schirm (4, 5) und im wesentlichen parallel zu diesem angeordneten Leiterstruktur (6, 7), in die auf einer Seite ein Hochfrequenzstrom eingespeist wird, wobei die den beiden Polplatten (1, 2) zugeordneten Leiterstrukturen (6, 7) jeweils in entgegengesetzten Richtungen stromdurchflossen sind.
2. Antennenanordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß jede Leiterstruktur (6, 7) in einzelne Leiterstreifen (6a bis 6e) aufgeteilt ist.
3. Antennenanordnung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Schirm (4, 5) mindestens eine Dicke aufweist, die gleich der doppelten Eindringtiefe der Hochfrequenz ist.
4. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zwischen Leiterstruktur (6, 7) und Schirm (4, 5) eine gegenüber dem Schirm (4, 5) und der Leiterstruktur (6, 7) isolierte Rückstromplatte (40) eingefügt ist, wobei der Hochfrequenzstrom zwischen Leiterstruktur (6, 7) und Rückstromplatte (40) zugeführt wird.

5. Antennenanordnung nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand zwischen Rückstromplatte (40) und Schirm (4, 5) kleiner als 3 mm ist.

6. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß der Schirm (4, 5) und ggfs. die Rückstromplatte (40) geschlitzt sind, wobei die Schlitzte so angeordnet sind, daß Gradientenfeldern zugeordnete Wirbelstrombahnen unterbrochen werden, jedoch der Schirm (4, 5) hochfrequenz-undurchlässig bleibt.

7. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 6, 10 dadurch gekennzeichnet, daß durch Variation der Breite der einzelnen Leiterstreifen (6a bis 6e) der Leiterstruktur (6, 7) und deren Abstand voneinander die Feldhomogenität des von der Antennenanordnung erzeugten Hochfrequenzfeldes optimiert wird.

8. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß durch Variation des Abstandes (a) zwischen der Leiterstruktur (6, 7) und dem Schirm (4, 5) bzw. der Rückstromplatte (40) über die Fläche der Leiterstruktur (6, 7) die Feldhomogenität des von der Antennenanordnung erzeugten Hochfrequenzfeldes optimiert wird.

9. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 8, dadurch gekennzeichnet, daß die Außenkontur der Leiterstruktur (6, 7) entsprechend dem Untersuchungsvolumen zumindest teilweise wenigstens annähernd kreisförmig ist.

10. Antennenanordnung nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß die einzelnen Leiterstreifen (6a bis 6e) innerhalb der Fläche der Leiterstruktur (6) gekrümmt sind.

11. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß wenigstens ein Ende jeder Leiterstruktur (6, 7) über wenigstens einen Kondensator (8 bis 11) mit dem Schirm (4, 5) bzw. der Rückstromplatte (40) verbunden ist.

12. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß ein Ende jeder Leiterstruktur (6, 7) wenigstens an einer Stelle leitend mit dem Schirm (4, 5) bzw. der Rückstromplatte (40) verbunden ist.

13. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens ein Ende jeder Leiterstruktur (6, 7) über mehrere Kondensatoren (17 bis 26) mit dem zugeordneten Schirm (4, 5) bzw. der Rückstromplatte (40) verbunden ist, wobei die Kapazität der Kondensatoren (17 bis 26) so gewählt wird, daß die Feldhomogenität des erzeugten Hochfrequenzfeldes optimiert wird.

14. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 2 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß in die einzelnen Leiterstreifen (6a bis 6e) Kondensatoren (27 bis 31) eingefügt sind, die so dimensioniert sind, daß die Feldhomogenität des erzeugten Hochfrequenzfeldes optimiert wird.

15. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Leiterstreifen (6a bis 6e) als Leiterbahnen auf einer isolierenden Platte ausgeführt sind.

16. Antennenanordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, daß jede Teilantenne aus zwei um 90° gegeneinander gedrehten Leiterstrukturen (6, 6a) besteht, die mit Strömen gespeist werden, die um 90° gegeneinander pha-

senverschoben sind.

17. Antennenanordnung nach Anspruch 16, dadurch gekennzeichnet, daß die beiden Leiterstrukturen (6, 6a) über mindestens eine Induktivität (44) miteinander verbunden sind.

5

Hierzu 10 Seite(n) Zeichnungen

10

15

20

25

30

35

40

45

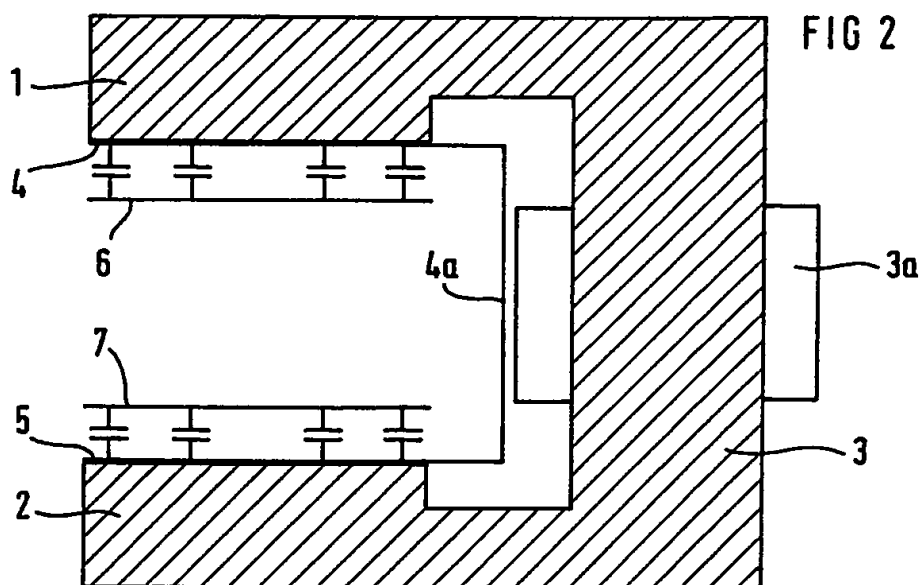
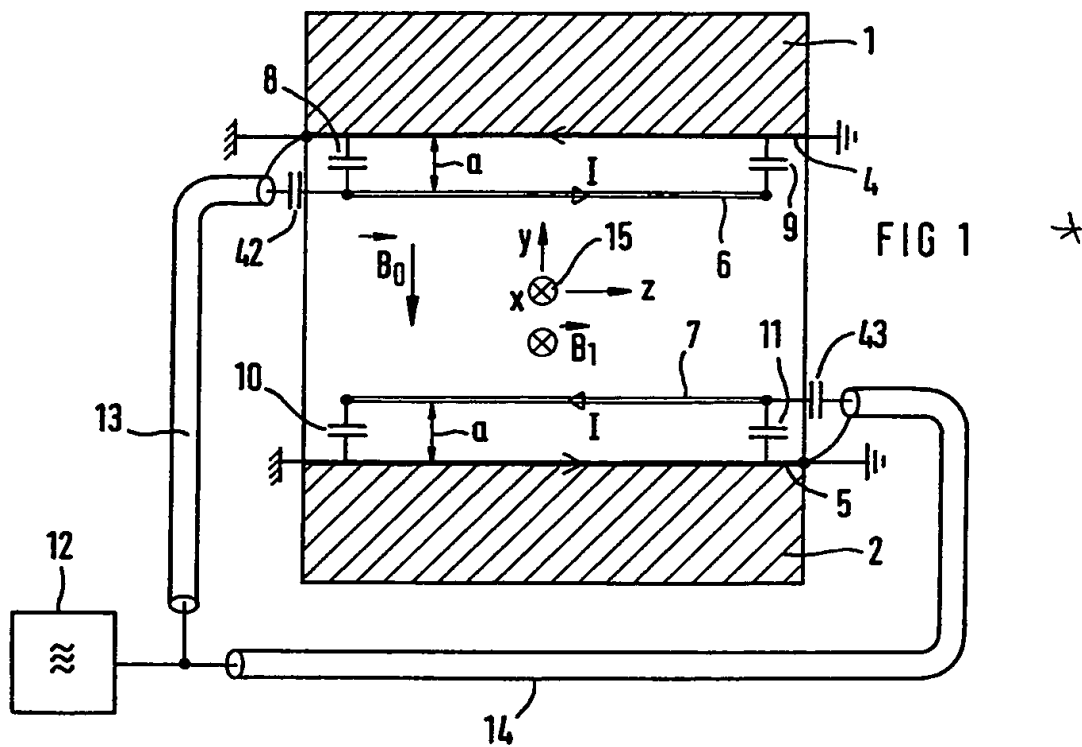
50

55

60

65

- Leerseit -



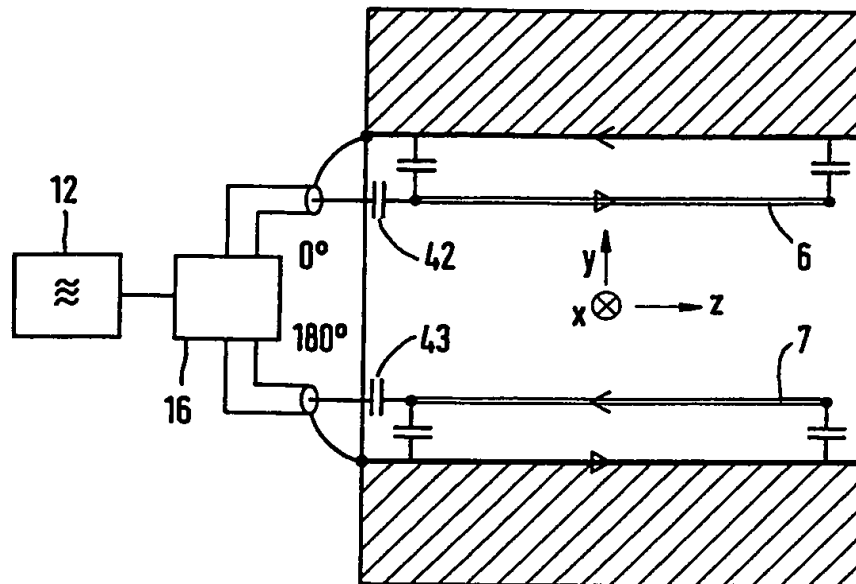


FIG 3

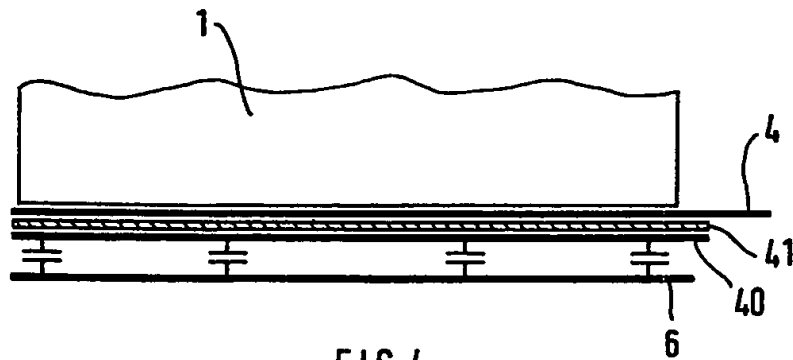


FIG 4

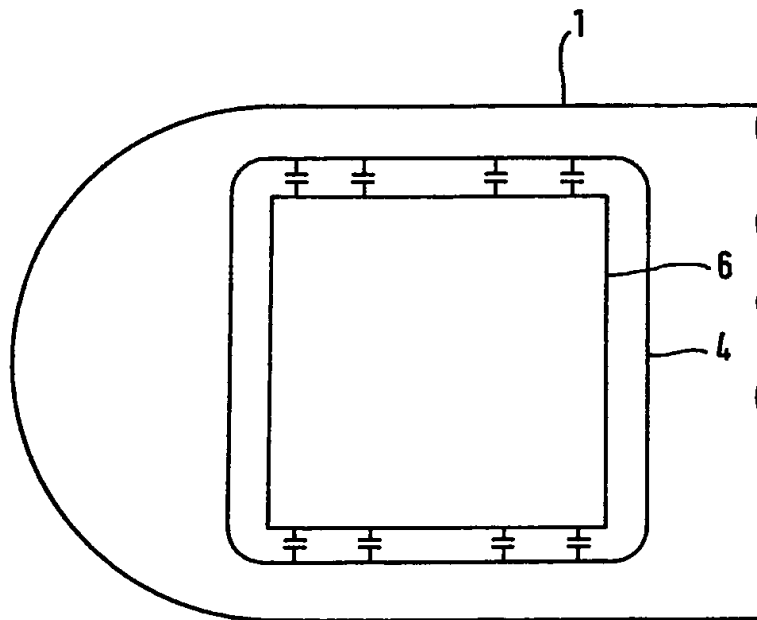
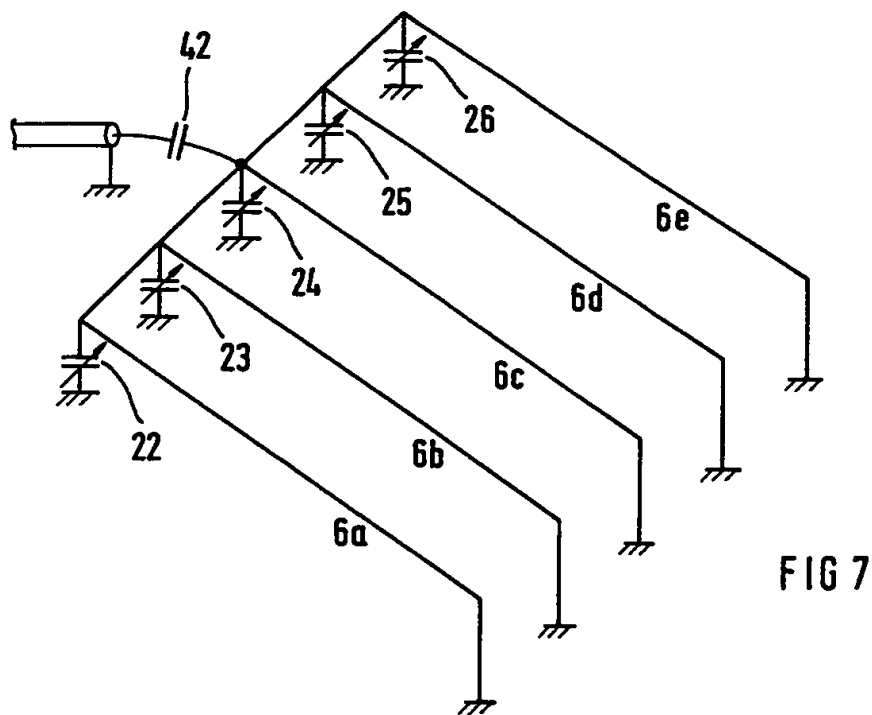
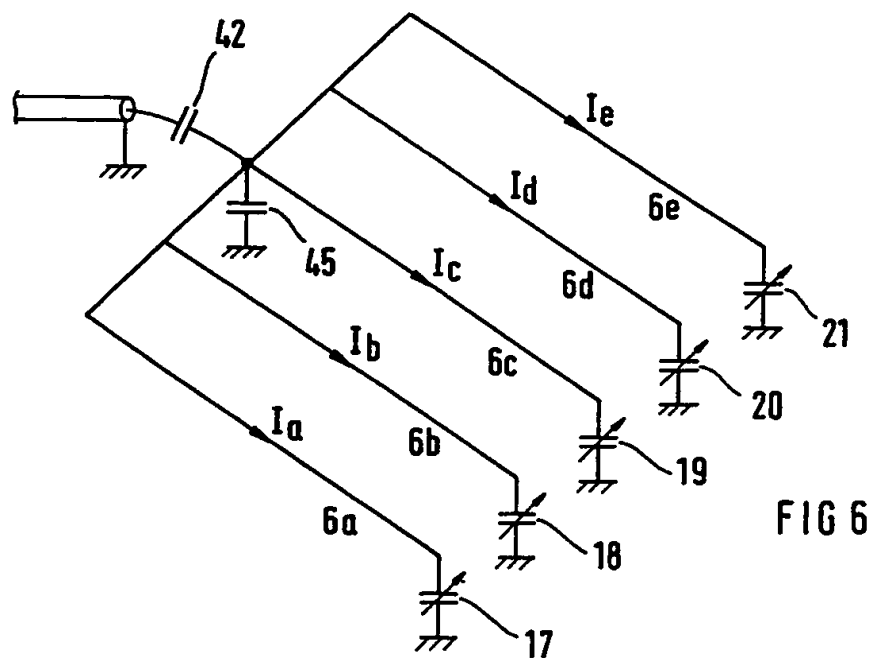
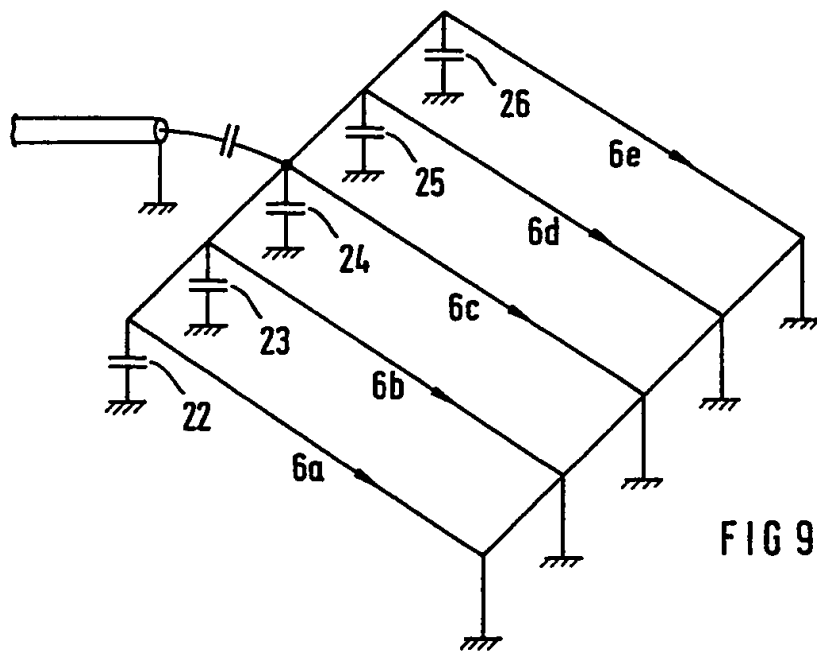
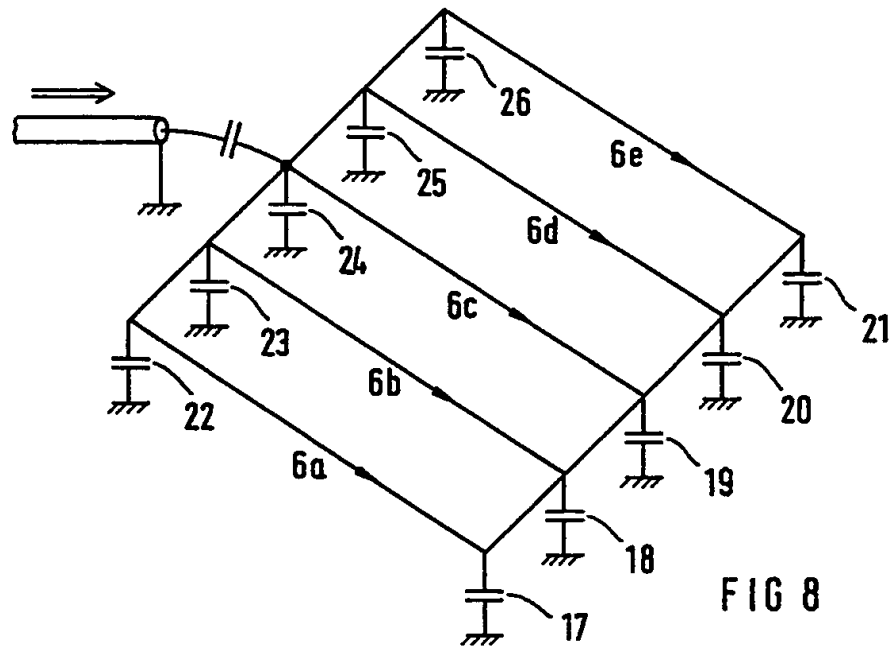
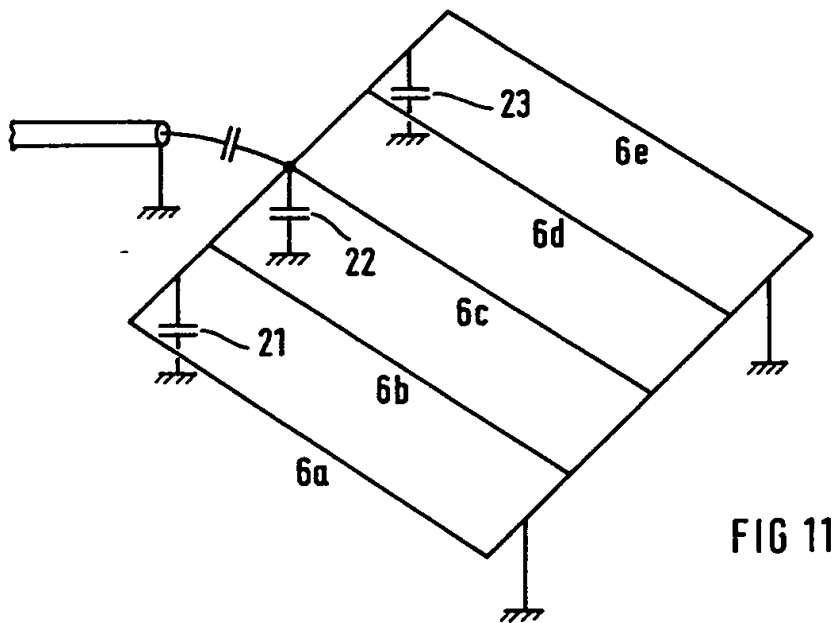
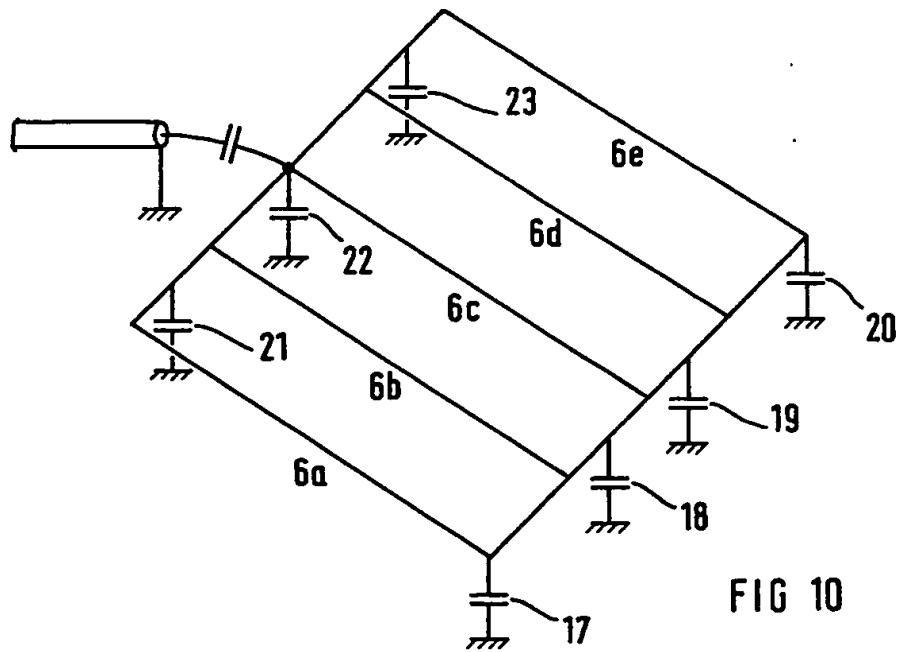
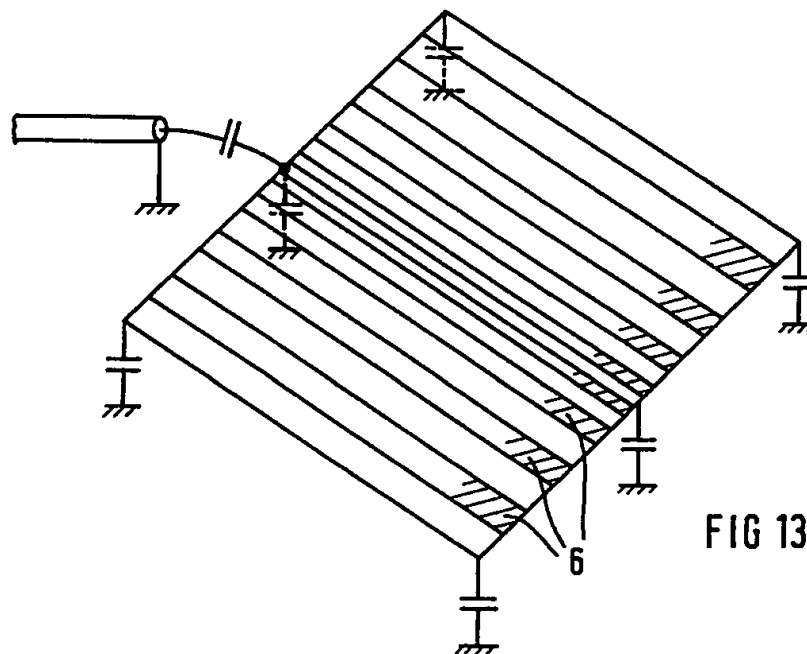
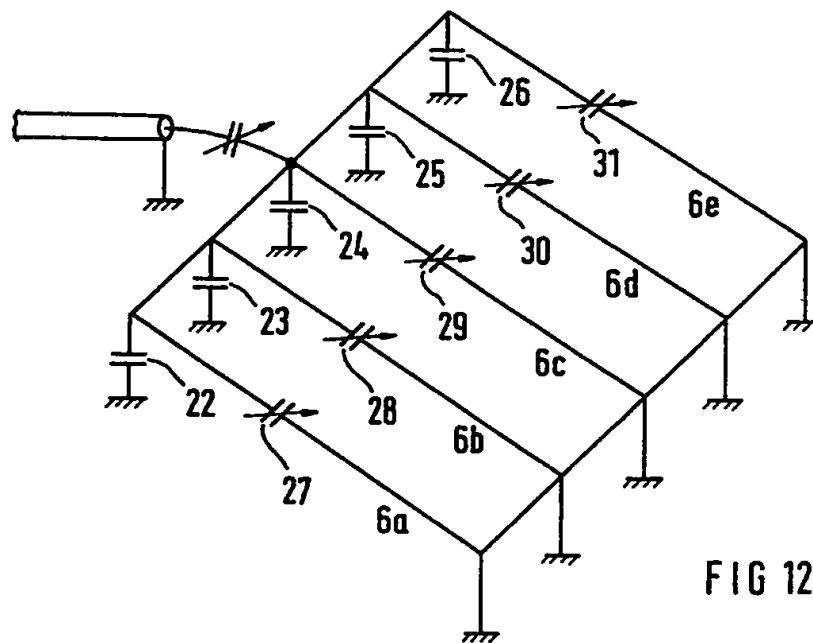


FIG 5









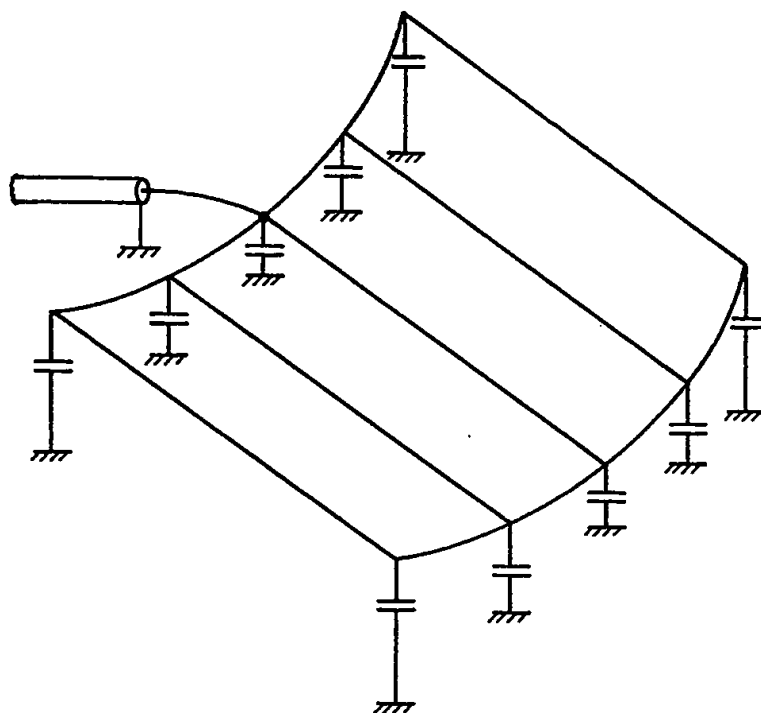


FIG 16

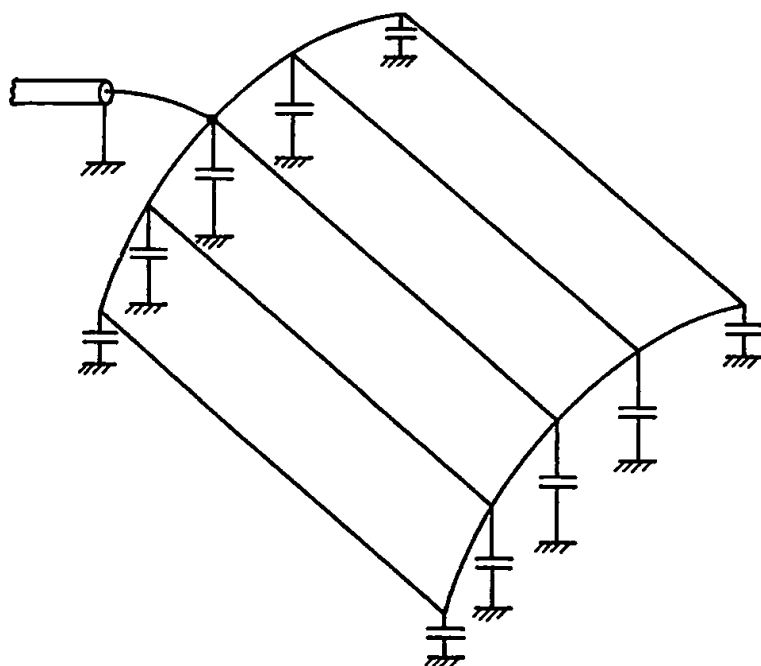


FIG 17

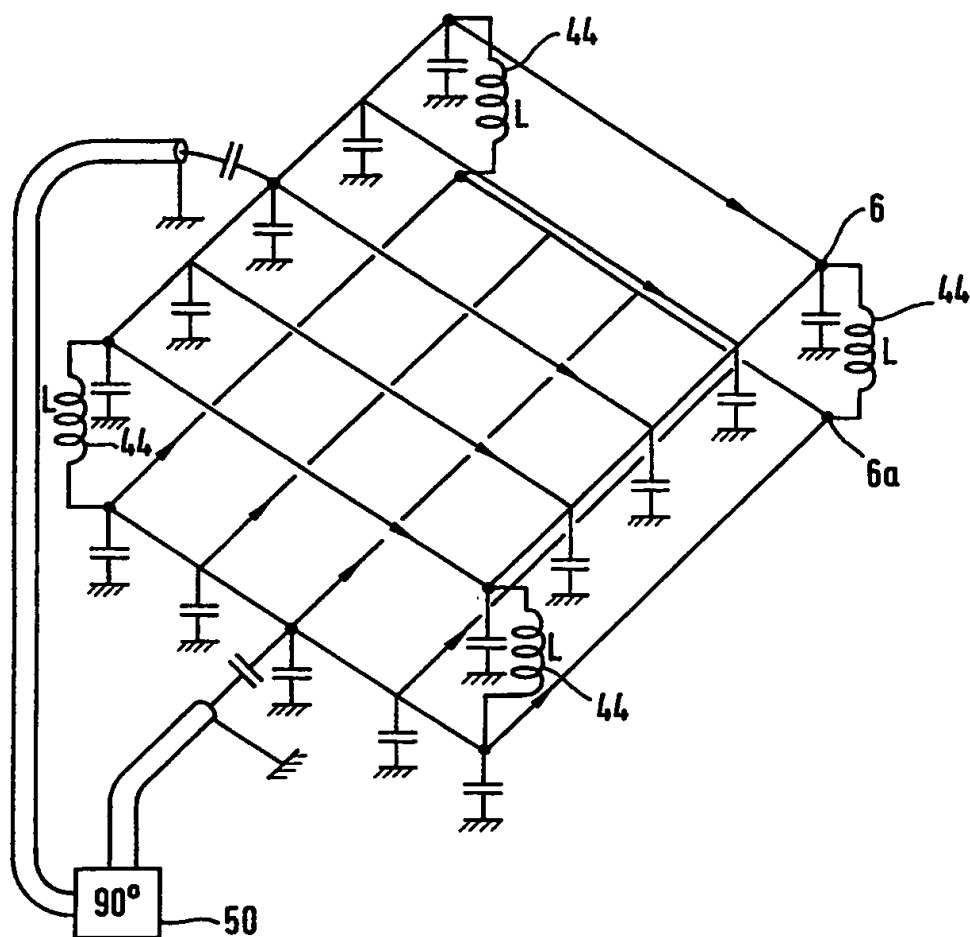
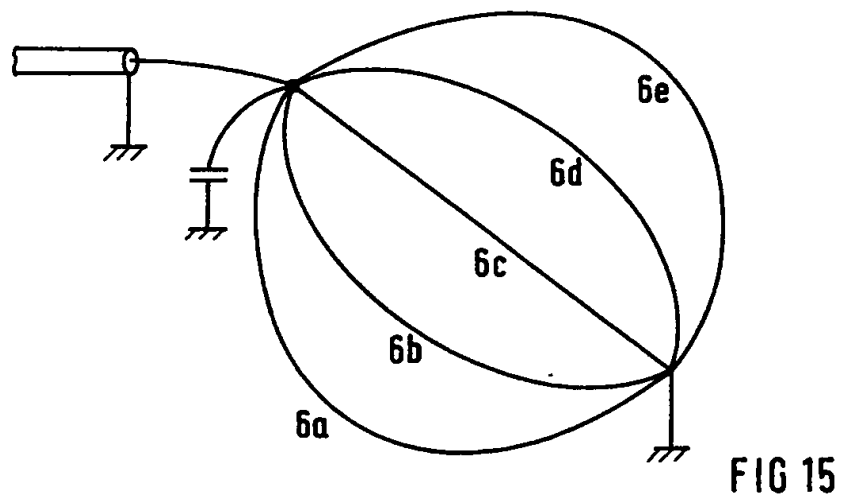
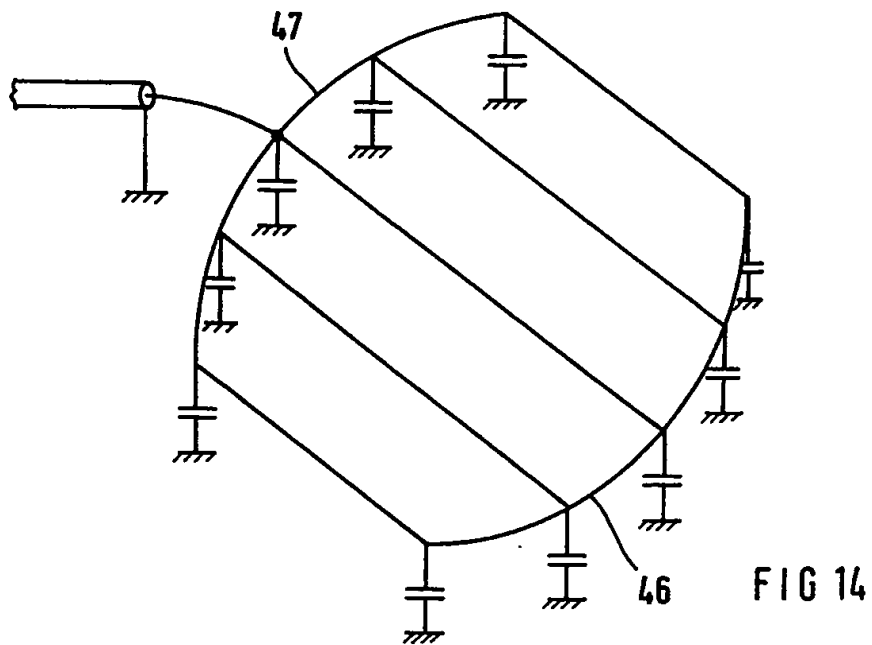


FIG 18



WEST

Generate Collection

Print

L3: Entry 1 of 11

File: DWPI

Dec 12, 2002

DERWENT-ACC-NO: 1997-020543

DERWENT-WEEK: 200306

COPYRIGHT 2003 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Magnetic resonance imaging system e.g. for imaging of spine - has RF coil contg electrically conductive outer loop, while first electrically conductive element extends between first pair of symmetric opposite points of loop

INVENTOR: BRAUM, W O; MOLYNEAUX, D A

PATENT-ASSIGNEE:

ASSIGNEE

MARCONI MEDICAL SYSTEMS INC

PICKER INT INC

CODE

MAON

PXRM

PRIORITY-DATA: 1995US-0512274 (August 18, 1995)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
DE 69624641 E	December 12, 2002		000	G01R033/341
US 5578925 A	November 26, 1996		015	G01V003/00
EP 759560 A1	February 26, 1997	E	015	G01R033/341
JP 09117434 A	May 6, 1997		008	A61B005/055
EP 759560 B1	November 6, 2002	E	000	G01R033/341

DESIGNATED-STATES: DE FR NL DE FR NL

CITED-DOCUMENTS: 1.Jnl.Ref; EP 498539 ; US 5128615 ; US 5153517

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DATE	APPL-NO	DESCRIPTOR
DE 69624641E	August 14, 1996	1996DE-0624641	
DE 69624641E	August 14, 1996	1996EP-0305954	
DE 69624641E		EP 759560	Based on
US 5578925A	August 18, 1995	1995US-0512274	
EP 759560A1	August 14, 1996	1996EP-0305954	
JP 09117434A	August 19, 1996	1996JP-0235885	
EP 759560B1	August 14, 1996	1996EP-0305954	

INT-CL (IPC): A61 B 5/055; G01 R 33/34; G01 R 33/341; G01 V 3/00

ABSTRACTED-PUB-NO: US 5578925A

BASIC-ABSTRACT:

The system includes a pair of generally horizontal magnet pole pieces (12,14) between which a vertical, temporally constant B, magnetic field is defined, a generally C-shaped ferrous flux path (16) connecting the pole pieces. Gradient

magnetic field coils (20,22) are disposed adjacent the pole pieces for causing gradient magnetic fields across the temporally constant B, magnetic field. An RF transmitter (34) is used for exciting resonance in selected dipoles in between the pole faces.

The RF coil array includes a first radio frequency coil (30) has a first field of view. The coil included a first electrically conductive outer loop. A first electrically conductive connecting element extends between a first pair of symmetric 180 deg opposite points of the first loop. A second electrically conductive element is connected between a second pair of symmetric 180 deg opposite points on the first loop.

ADVANTAGE - Provides quadrature reception/transmission in vertical B₀ field magnets.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/14

TITLE-TERMS: MAGNETIC RESONANCE IMAGE SYSTEM IMAGE SPINE RF COIL CONTAIN ELECTRIC CONDUCTING OUTER LOOP FIRST ELECTRIC CONDUCTING ELEMENT EXTEND FIRST PAIR SYMMETRICAL OPPOSED POINT LOOP

DERWENT-CLASS: P31 S01 S03 S05 V02

EPI-CODES: S01-E02A2; S01-E02A8A; S01-E02A8E; S03-E07A; S05-D02B1; V02-F01G;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1997-017080

WEST

Generate Collection

Print

L3: Entry 7 of 11

File: DWPI

Jun 13, 1991

DERWENT-ACC-NO: 1991-179194
DERWENT-WEEK: 200228
COPYRIGHT 2003 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Surface resonator for nuclear spin tomograph - consists of two partial systems with perpendicular magnetic fields, and currents 90 deg. out of phase

INVENTOR: DUERR, W; OPPELT, R ; SIEBOLD, H

PATENT-ASSIGNEE:

ASSIGNEE

CODE

SIEMENS AG

SIEI

PRIORITY-DATA: 1989EP-0122971 (December 12, 1989)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
DE 4038106 A	June 13, 1991		000	
DE 4038106 C2	April 18, 2002		000	G01R033/341
US 5153517 A	October 6, 1992		012	G01R033/20

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DATE	APPL-NO	DESCRIPTOR
DE 4038106A	November 29, 1990	1990DE-4038106	
DE 4038106C2	November 29, 1990	1990DE-4038106	
US 5153517A	December 12, 1990	1990US-0626442	

INT-CL (IPC): G01N 24/08; G01R 33/20; G01R 33/34; G01R 33/341

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 4038106A

BASIC-ABSTRACT:

The surface resonator consists of two partial systems. The partial system magnetic fields (B11, B12) are mutually perpendicular and their currents (I11, I12) are 90 deg. out of phase.

Each partial system has at least one resonance capacitance and two current loops enclosing the associated magnetic field in the resonator plane perpendicular to the base field. The useful part of the field in the object region lies outside the resonator plane.

USE/ADVANTAGE - Diagnostic arrangement produces stimulation pulses with HF field vector components only perpendicular to base field.

ABSTRACTED-PUB-NO:

US 5153517A

EQUIVALENT-ABSTRACTS:

Two conductor sub-systems generate and detect respective magnetic fields

perpendicularly relative to each other and having respective currents flowing there phase-shifted by 90 deg. relative to each other. Each sub-system has at least one resonant capacitor connected there. Each sub-system contains two current loops which both enclose the magnetic field allocated to them.

All of the current loops in the sub-systems is disposed in a resonator plane perpendicular to the fundamental field. The magnetic fields generated by the two sub-systems in combination form a circularly polarised RF field having portions useable for image generation in the examination region disposed outside of the resonator plane.

USE - Surface resonator for a magnetic resonance imaging unit.

CHOSEN-DRAWING: Dwg.4/11 Dwg.4/11

TITLE-TERMS: SURFACE RESONANCE NUCLEAR SPIN TOMOGRAPHY CONSIST TWO SYSTEM
PERPENDICULAR MAGNETIC FIELD CURRENT DEGREE PHASE

DERWENT-CLASS: S03 S05

EPI-CODES: S03-E07; S05-D02X;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1991-137325

WEST☐

L3: Entry 9 of 11

File: DWPI

May 23, 1990

DERWENT-ACC-NO: 1990-164667
DERWENT-WEEK: 199022
COPYRIGHT 2003 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Probe head for NMR tomography - has hollow cylindrical insert enabling tuning to resonant frequencies corresp. to different nucleus types

INVENTOR: SCHNUR, G; GUNTER, S

PATENT-ASSIGNEE:

ASSIGNEE

BRUKER MEDIZINTECH GMBH

CODE

BRUKN

PRIORITY-DATA: 1988DE-3839046 (November 18, 1988)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
DE <u>3839046</u> A	May 23, 1990		000	
DE <u>3839046</u> C2	April 1, 1993		006	G01R033/30
GB 2227321 A	July 25, 1990		000	
GB 2227321 B	April 21, 1993		000	G01R033/34
US 4992737 A	February 12, 1991		000	

APPLICATION-DATA:

PUB-NO	APPL-DATE	APPL-NO	DESCRIPTOR
DE 3839046A	November 18, 1988	1988DE-3839046	
DE 3839046C2	November 18, 1988	1988DE-3839046	
GB 2227321A	November 16, 1989	1989GB-0025919	
GB 2227321B	November 16, 1989	1989GB-0025919	
US 4992737A	November 14, 1989	1989US-0436487	

INT-CL (IPC): A61B 5/05; A61B 5/055; G01N 33/32; G01R 33/30; G01R 33/34

ABSTRACTED-PUB-NO: DE 3839046A

BASIC-ABSTRACT:

The specimen head (1) contains a cage resonator consisting of conductor sections (22) on a cylinder and capacitors in series with the conductor sections defining the electrical length of the resonator. The head contains a device for stimulating a TEM dipole wave in the resonator.

The head contains a hollow cylinder insert (51) which is fed into the hollow chamber formed by the conductors and which passes the e.m. HF field. When the insert is in a defined position in the chamber the electrical length of the resonator is increased to a value corresp. to a second resonant frequency.

ABSTRACTED-PUB-NO:

DE 3839046C

EQUIVALENT-ABSTRACTS:

The insert (51) for a test head (1) for NMR tomography with a cage resonator, which consists of a number of conductor sections arranged on a cylinder surface, aligned parallel to the cylinder axis, forming an inner tube (13). The insert also has an electrically conducting screen, surrounding the conductor sections concentric to the cylinder surface. Capacitors are provided connected in series to the conductor sections. The capacitors with the conductor sections define the electrical length of the resonator, such that it is in resonance with a first specified operating frequency (f_0) of a first nuclear type. A unit designed as a hollow cylinder, excites a TEM dipole wave in the cage resonator, so that the insert is permeable for the electromagnetic HF field. The hollow cylinder has the same length as the inner tube, and is pushed completely inside the inner tube. It is so dimensioned, that it increases the electrical length of the cage resonator to such a value, that the resonator finds itself in resonance with a second specified operating frequency (f_1) of a second nuclear type. ADVANTAGE - Resonance frequency can be easily tuned to resonance frequency of different nuclear types, so that observation of resonances of different nuclear types can be carried out by successive measurements at same object.

GB 2227321B

A sample head for NMR tomography comprising a cage resonator comprising a number of conductor sections arranged on a cylindrical surface to extend substantially axially thereof, and capacitors connected to the said conductor sections and arranged, together with the conductor sections, to define the electric length of the cage resonator such that the cage resonator is resonant at a first predetermined operating frequency, and said sample head further comprising an insert in the form of a hollow cylinder, which is permeable for an electromagnetic rf field and which is arranged to be received within said cage resonator such that when occupying a predetermined position therein said insert increases the effective electric length of the cage resonator to a value such that the cage resonator is resonant at a second predetermined operating frequency.

US 4992737A

The sample head (1) with cage resonator includes an insert (51) which can be introduced into the cavity formed by the conductor sections (22) of the cage resonator and which increases the electric length of the cage resonator in such a manner that the cage resonator containing the insert assumes a resonant state at a second predetermined operating frequency f_1 , whereas without the insert introduced, it is resonant at a first predetermined operating frequency f_0 . By introducing or withdrawing the insert (51), it is therefore possible to operate a sample head of this type selectively with two different frequencies corresponding to the resonance frequencies of different nuclear species, for example the proton and fluorine resonance. (6pp)

CHOSEN-DRAWING: Dwg.1/1 Dwg.1/1

TITLE-TERMS: PROBE HEAD NMR TOMOGRAPHY HOLLOW CYLINDER INSERT ENABLE TUNE RESONANCE FREQUENCY CORRESPOND NUCLEUS TYPE

DERWENT-CLASS: P31 S01 S03 S05 V02

EPI-CODES: S01-E; S01-H05; S03-E07; S05-D02X; V02-F01;

SECONDARY-ACC-NO:

Non-CPI Secondary Accession Numbers: N1990-127840

19 BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES
PATENTAMT

12 Off nl ungsschrift
11 DE 3839046 A 1

21 Aktenzeichen: P 38 39 046.9
22 Anmeldetag: 18. 11. 88
43 Offenlegungstag: 23. 5. 90

51 Int. Cl. 5:
G 01 N 33/32
A 61 B 5/055
G 01 R 33/34
// G 01 N 24/08,
G 01 R 33/48

DE 3839046 A 1

71 Anmelder:
Bruker Medizintechnik GmbH, 7512 Rheinstetten, DE

74 Vertreter:
Kohler, R., Dipl.-Phys.; Schwindling, H., Dipl.-Phys.;
Rüdel, D., Dipl.-Ing. Dipl.-Wirtsch.-Ing.,
Pat.-Anwälte, 7000 Stuttgart

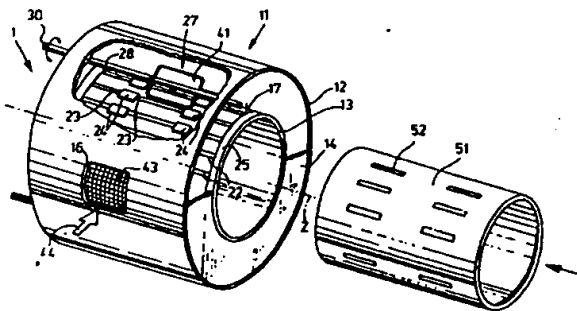
72 Erfinder:
Schnur, Günter, Dipl.-Phys., 7900 Ulm, DE

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Probenkopf für die NMR-Tomographie

Probenköpfe (1) für die NMR-Tomographie, die einen Käfigresonator aufweisen, sind nur insoweit abstimmbar, als sie zum Ausgleich von Fertigungstoleranzen einen genauen Abgleich auf die gewünschte Resonanzfrequenz erfordern. Daher ist bei einem Wechsel der Betriebsfrequenz f_0 zum Zwecke der Untersuchung einer anderen Kernart ein Wechsel des Probenkopfes erforderlich. Hierin liegt eine erhebliche Beschränkung.

Ein nach der Erfindung ausgebildeter Probenkopf (1) weist einen in den von den Leiterabschnitten (22) des Käfigleiters gebildeten Hohlraum einschiebbaren Einsatz (51) auf, der die elektrische Länge des Käfigresonators derart vergrößert, daß sich der den Einsatz enthaltende Käfigresonator bei einer zweiten vorgegebenen Betriebsfrequenz f_1 in Resonanz befindet. Daher läßt sich ein solcher Probenkopf durch Einschieben bzw. Herausziehen des Einsatzes (51) wahlweise mit zwei verschiedenen Frequenzen betreiben, die den Resonanzfrequenzen unterschiedlicher Kernarten entsprechen, wie beispielsweise der Protonen- und der Fluor-Resonanz.



DE 3839046 A 1

Die Erfindung betrifft einen Probenkopf für die NMR-Tomographie mit einem Käfigresonator, der aus einer Anzahl auf einer Zylinderfläche angeordneter, parallel zur Zylinderachse gerichteter Leiterabschnitte, einer die Leiterabschnitte umgebenden, zu der genannten Zylinderfläche konzentrischen, elektrisch leitenden Abschirmung und zu den Leiterabschnitten in Serie geschalteten Kondensatoren besteht, welche zusammen mit den Leiterabschnitten die elektrische Länge des Käfigresonators derart bestimmen, daß sich der Käfigresonator bei einer ersten vorgegebenen Betriebsfrequenz f_0 in Resonanz befindet, und mit einer Einrichtung zum Anregen einer TEM-Dipolwelle im Käfigresonator.

Solche Probenköpfe sind in verschiedenen Ausführungsformen beispielsweise aus der DE-OS 35 22 401 und der EP-OS 1 41 383 bekannt. Im ersten Fall erstrecken sich die Leiterabschnitte über die gesamte Länge des Käfigresonators und es sind die Kondensatoren zwischen den Enden der Leiterabschnitte und der elektrisch leitenden Abschirmung angeordnet. Bei der zweiten Anordnung sind mehrere Leiterabschnitte axial hintereinander angeordnet und durch die genannten Kondensatoren miteinander verbunden. Weiterhin sind die Leiterabschnitte an ihren Enden alle miteinander durch einen ringförmigen Leiterabschnitt miteinander verbunden.

Zum Erzielen eines guten Signal/Rausch-Verhältnisses sollen diese Käfigresonatoren eine möglichst hohe Güte und damit eine ausgeprägte Resonanz aufweisen. Demgemäß müssen sie auf die Betriebsfrequenz f_0 abgestimmt werden. Bei dem aus der DE-OS 35 22 401 bekannten Probenkopf erfolgt die Abstimmung mittels eines rohrförmigen, elektrisch leitenden Abschnittes, der an einem Ende in den von den Leiterabschnitten gebildeten Zylinder eingeschoben ist. Die dadurch mögliche Verstimmung der Resonanzfrequenz beträgt maximal 3%. Bei dem aus der EP-OS 1 41 383 bekannten Probenkopf ist jeweils einer der zu den Leiterabschnitten in Serie geschalteten Kondensatoren als abstimmbarer Kondensator ausgebildet, der eine Feinabstimmung ermöglicht. Eine solche Abstimmung muß jedoch vor dem Einbau des Probenkopfes in einem besonderen Meßkreis vorgenommen werden.

Die notwendige scharfe Abstimmung des Probenkopfes auf die Betriebsfrequenz hat zur Folge, daß jeder Probenkopf nur für eine solche Betriebsfrequenz ausgelegt ist. Dabei ergibt sich die Betriebsfrequenz aus der Resonanzfrequenz der zu beobachtenden Kernart, welche Resonanzfrequenz von der Kernart selbst und dem am Meßort herrschenden Magnetfeld abhängt. Gewöhnlich werden bei der NMR-Tomographie Protonenspins beobachtet und es wird das Magnetfeld so gewählt, daß die Resonanzfrequenz der Protonenspins entweder 100 MHz oder 200 MHz beträgt.

Neben der Beobachtung der Dichte von Protonenspins, die bei der Untersuchung biologischer Gewebe vornehmlich für die Wasserverteilung charakteristisch ist, ist für die NMR-Tomographie auch die Beobachtung der Spins anderer Kernarten von Interesse, beispielsweise von Deuterium, Kohlenstoff 13, Phosphor, Fluor usw. Von besonderem Interesse ist die Beobachtung der Fluor-Resonanz, deren Frequenz um etwa 6% niedriger ist als die Resonanzfrequenz von Protonen. Die Beobachtung der Fluor-Resonanz stößt jedoch in der Praxis auf erhebliche Schwierigkeiten, weil aus den oben dargelegten Gründen der auf Protonenresonanz abge-

stimmte Probenkopf nicht zur Beobachtung der Fluor-Resonanz geeignet ist und daher gegen einen auf die Fluor-Resonanz abgestimmten Probenkopf ausgewechselt werden muß. Der hierzu erforderliche Arbeitsaufwand ist so bedeutend, daß ein häufiger Wechsel der Probenköpfe, wie er für aufeinanderfolgende Protonen- und Fluor-Messungen am gleichen Objekt erforderlich wäre, praktisch nicht durchführbar ist.

Demgemäß liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, einen Probenkopf der eingangs genannten Art so zu auszubilden, daß seine Resonanzfrequenz leicht auf die Resonanzfrequenzen unterschiedlicher Kernarten abstimmbar ist und daher die Beobachtung der Resonanzen unterschiedlicher Kernarten bei aufeinanderfolgenden Messungen am gleichen Objekt gestattet.

Diese Aufgabe wird nach der Erfindung dadurch gelöst, daß die Spulenanordnung einen in den von den Leiterabschnitten gebildeten Hohlraum einschiebbaren, für das elektromagnetische HF-Feld durchlässigen, als Hohlzylinder ausgebildeten Einsatz umfaßt, der, wenn er sich innerhalb des von den Leiterabschnitten gebildeten Hohlraumes in einer vorgegebenen Position befindet, die elektrische Länge des Käfigresonators auf einen solchen Wert vergrößert, daß sich der Käfigresonator bei einer zweiten vorgegebenen Betriebsfrequenz f_1 in Resonanz befindet.

Wie eingangs beschrieben, weisen zwar die bekannten Probenköpfe bereits im wesentlichen kapazitiv wirkende Mittel auf, um die Resonanzfrequenz des Käfigresonators auf einen vorgegebenen Wert einzustellen, jedoch handelt es sich dabei ausschließlich um Justiermittel, die dazu dienen, die bei der Konstruktion des Probenkopfes angestrebte Resonanzfrequenz genau einzustellen und die allenfalls noch eine Feinabstimmung in Abhängigkeit von der Belastung des Probenkopfes durch die zu messende Probe zulassen. Im Gegensatz dazu handelt es sich bei dem nach der Erfindung vorgesehenen Einsatz nicht um eine Justiereinrichtung, sondern um eine Schalteinrichtung, durch die die Betriebsfrequenz von einem ersten Wert f_0 auf einen zweiten Wert f_1 umgestellt werden kann und umgekehrt. Auch bei einem nach der Erfindung ausgebildeten Probenkopf ist es notwendig, die üblichen Justiermittel zum Abstimmen der Resonanzfrequenz des Käfigresonators auf die Betriebsfrequenz f_0 vorzunehmen, und es sind weitere Justiereinrichtungen notwendig, um zu gewährleisten, daß beim Einfügen des Einsatzes die Resonanzfrequenz des Probenkopfes genau mit der zweiten vorgegebenen Betriebsfrequenz f_1 übereinstimmt, auch wenn die Einstellung der zweiten Betriebsfrequenz durch die Lage des Einsatzes in Bezug auf den Käfigresonator des Probenkopfes beeinflusst werden kann. Demgemäß wird durch die Erfindung ein Probenkopf zur Verfügung gestellt, der zwei vorgegebene Resonanzfrequenzen hat, auf die durch Einschieben oder Entnehmen eines Einsatzes umgeschaltet werden kann. Das Einschieben oder Herausnehmen eines Einsatzes ist eine sehr einfache, schnell durchführbare Maßnahme, die nicht einmal das Entnehmen einer Probe aus dem Probenkopf erfordert, geschweige denn den Ausbau des Probenkopfes selbst. Daher kann der Wechsel der Betriebsfrequenz zum Untersuchen unterschiedlicher Kernarten jederzeit im Verlauf der Untersuchung eines Objektes vorgenommen werden, so daß die Erfindung dazu beiträgt, die mittels der NMR-Tomographie in der Praxis erzielbaren Erkenntnisse bedeutend zu erweitern.

Der zum Verändern der Betriebsfrequenz dienende

Einsatz kann aus einem Material mit hoher Dielektrizitätskonstanten bestehen, beispielsweise aus einem keramischen Material auf der Basis von BaTi und/oder TiO₂. Die sich in dem Käfigresonator längs der leitenden Abschnitte ausbreitenden elektromagnetischen Wellen haben in einem Material mit hoher Dielektrizitätskonstanten eine verminderte Ausbreitungsgeschwindigkeit, was einer Verkürzung der effektiven Wellenlänge entspricht, so daß eine Verschiebung der Resonanz in Richtung größerer Wellenlängen stattfindet, das heißt einer niedrigeren Frequenz. Wirksamer als ein Einsatz, dessen die Verschiebung der Resonanzfrequenz bewirkende Komponente praktisch ausschließlich aus einem dielektrischen Werkstoff besteht, ist die Verwendung eines Einsatzes, der einen dielektrischen Träger aufweist, auf dem sich elektrisch leitende Abschnitte befinden, die den Enden der elektrisch leitenden Leiterabschnitte, an welche die Kondensatoren des Käfigresonators angeschlossen sind, dicht gegenüberstehen und dadurch die von diesen Kondensatoren gebildete Kapazität zum Absenken der Resonanzfrequenz des Käfigresonators erhöhen. Auf diese Weise lassen sich sehr erhebliche Änderungen der Resonanzfrequenz des Käfigresonators erzielen und es hat eine Axialverschiebung ebenso wie eine Drehung des Einsatzes einen relativ hohen Einfluß auf die Resonanzfrequenz, so daß durch die Axialbestimmung der Lage des Einsatzes zugleich eine sehr genaue Bestimmung der zweiten Resonanzfrequenz f_2 erfolgen kann. Wie bereits erwähnt, kann es sich bei der ersten Betriebsfrequenz f_0 insbesondere um diejenige der Protonen-Resonanz und bei der zweiten Betriebsfrequenz f_1 um diejenige der Fluor-Resonanz handeln.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind von den auf einer Zylinderfläche angeordneten Leiterabschnitten jeweils drei im wesentlichen gleichlange Abschnitte axial hintereinander angeordnet. Die Enden dieser Abschnitte stehen sich jeweils mit geringem Abstand gegenüber und es sind die Kondensatoren des Käfigresonators an diese Enden angeschlossen. Die äußeren Enden der jeweils äußeren Leiterabschnitte sind miteinander durch einen ringförmigen Leiterabschnitt verbunden. Endlich sind auf dem dielektrischen Träger des Einsatzes elektrisch leitende Abschnitte angeordnet, welche die einander gegenüberstehenden Enden der jeweils axial hintereinander angeordneten Leiterabschnitte überlappen. Diese Ausbildung des Probenkopfes hat sich als besonders einfach herstellbar und betriebssicher erwiesen und ermöglicht durch die Änderung der Kapazität zwischen den axial aufeinanderfolgenden Leiterabschnitten eine sehr beträchtliche Variation der Resonanzfrequenz, ohne daß damit ein für die tomographischen Messungen merklicher Verlust der Güte des Probenkopfes in Kauf genommen werden müßte.

Die Erfindung wird im folgenden an Hand des in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispiels näher beschrieben und erläutert. Die der Beschreibung und der Zeichnung zu entnehmenden Merkmale können bei anderen Ausführungsformen der Erfindung einzeln für sich oder zu mehreren in beliebiger Kombination Anwendung finden. Die Zeichnung zeigt eine perspektivische Darstellung eines erfindungsgemäßen Probenkopfes, teilweise aufgebrochen, in Verbindung mit einem dazugehörigen Einsatz.

Der in der Zeichnung dargestellte Probenkopf 1 umfaßt ein hohlzylindrisches Gehäuse 11, das aus einem Mantel 12, einem Innenrohr 13 und ringförmigen Endscheiben 14 besteht, die den Zwischenraum zwischen

dem Mantel 12 und dem Innenrohr 13 überbrücken. Die Innenfläche des Mantels 12 ist elektrisch leitend ausgebildet, beispielsweise mit einem Metallgitter 16 belegt. Auf die Außenfläche 17 des Innenrohres 13 sind Leiterabschnitte 22 aufgebracht, die sich parallel zur Achse z des Gehäuses 11 und damit auch des Innenrohres 13 erstrecken und von denen jeweils drei Leiterabschnitte 22 längs des Innenrohres 13 hintereinander angeordnet sind. Diese Leiterabschnitte 22 haben alle die gleiche Länge. Ihre einander gegenüberstehenden Enden 23 sind jeweils durch einen Kondensator 24 miteinander verbunden. Weiterhin sind die jeweils bis zu den Enden des Innenrohres 13 reichenden Enden der äußeren Leiterabschnitte durch einen ringförmigen Leiterabschnitt 25 miteinander verbunden.

Um elektrische Energie in den Probenkopf 1 einzukoppeln, sind an zwei einander gegenüberliegenden Stellen des Probenkopfes Koppelanordnungen vorgesehen, von denen nur eine Koppelanordnung 27, die sich im oberen Abschnitt des Probenkopfes befindet und in deren Bereich der Mantel 12 aufgebrochen wiedergegeben ist, dargestellt ist. Zum Justieren der Koppelanordnung 27 ist eine Stange 28 vorgesehen die den Zwischenraum 15 parallel zur Achse z durchsetzt. An einem Ende läuft die Stange 28 in einem Griff 30 aus, mit dem die Stange in Richtung des eingezeichneten Doppelpfeiles um seine Längsachse verdrehbar ist. Das entgegengesetzte Ende der Stange 28 ruht in einem Lager, das in der gegenüberliegenden Endscheibe 14 angeordnet ist. Dabei können die Lager gleichzeitig zum Herstellen einer elektrisch leitenden Verbindung zu einer in der axialen Mitte der Stange 28 angeordneten Schleifenantenne 41 dienen.

Schließlich ist im Mantel 12 noch eine Beobachtungsöffnung 43 vorgesehen, in deren Bereich das Metallgitter 16 erkennbar ist und durch die ein Blick in das Innere des Probenkopfes und auch in den vom Innenrohr 13 umschlossenen Probenraum möglich ist.

Bei der beschriebenen Anordnung handelt es sich um einen sogenannten Käfigresonator. Für den Käfigresonator ist charakteristisch, daß auf der von der Resonatorwandung, die von dem Innenrohr 13 mit den axial gerichteten Leiterabschnitten 22 gebildet wird, nur axiale Ströme fließen können. Daher bildet sich in einem solchen Käfigresonator eine TEM-Welle aus, und zwar bei entsprechender Anregung mittels der Koppelanordnungen 27 eine sogenannte TEM-Dipolwelle. Bei diesem Wellentyp existieren auf dem Umfang des Innenrohres 13 zwei einander diametral gegenüberliegende Stellen, an denen die Stärke des axialen Stromes eine Nullstelle hat. Diese Stellen liegen in einer Ebene, die in der durch die beiden einander ebenfalls diametral gegenüberliegenden Koppelanordnungen 27 definierten Ebene senkrecht steht.

Die Leiterabschnitte 22 sind auf den Umfang des Innenrohres 13 im Abstand $\pi/8$ verteilt, so daß 16 solcher Leiter angeordnet werden könnten. Von diesen 16 axialen Leiterabschnitten ist jedoch an den Stellen, an denen praktisch kein Strom fließt, jeweils ein Leiter weggelassen worden, so daß nur insgesamt 14 solcher Leiter vorgesehen sind. Der Mantel 12 weist an diesen Stellen die Beobachtungsöffnungen 43 auf, die einen Blick in das Innere des Probenkopfes in Richtung des Pfeiles 44 ermöglichen. Die zwischen den Leiterabschnitten 22 angeordneten Kondensatoren 24 sind abstimmbar und gestatten es, die Resonanzfrequenz des beschriebenen Käfigresonators auf eine erste Betriebsfrequenz f_0 einzustellen, die bei dem vom NMR-Tomo-

graphen erzeugten statischen Magnetfeld der Frequenz der Protonenresonanz gleich ist. Ein typischer Wert für diese Resonanzfrequenz ist $f_0 = 200$ MHz. Diese Resonanzfrequenz wird mit einer Anordnung erreicht, bei welcher das Innenrohr 13 einen Außendurchmesser von 150 mm und eine Länge von 234 mm aufweist. Die Leiterabschnitte haben jeweils eine Länge von 60 mm und eine Breite von 5 mm. Die sie verbindenden Kondensatoren haben eine Kapazität von etwa 9 pF. Die die äußeren Enden der Leiterabschnitte 22 verbindenden, ringförmigen Leiterabschnitte 25 haben an einem Ende des Innenrohres 13 eine Breite von 8 mm und am anderen Ende eine Breite von 18 mm. Ihr Abstand vom Ende des Innenrohres 13 beträgt 5 bzw. 2 mm.

Zur Veränderung der Betriebsfrequenz des Probenkopfes 1 dient ein rohrförmiger Einsatz 51, dessen Außendurchmesser dem Innendurchmesser des Innenrohres 13 entspricht und der etwa die gleiche Länge hat wie das Innenrohr. Er besteht ebenso wie das Plexiglas oder einem glasfaserverstärkten Kunststoff, und ist an seiner Außenfläche mit elektrisch leitenden Abschnitten 52 versehen, die auf den Umfang des Einsatzes 51 mit dem gleichen Winkelabstand verteilt sind wie die axialen Leiterabschnitte 22 auf den Umfang des Innenrohres 13. Die axiale Stellung der leitenden Abschnitte 52 auf dem rohrförmigen Einsatz 51 ist so aneinandergrenzenden Leiterabschnitten 22 überbrücken und so eine zusätzliche kapazitive Kopplung zwischen den axial hintereinandergeschalteten Leiterabschnitten herstellen. Dadurch wird die durch die Kondensatoren 24 bewirkte Kopplung zwischen den jeweils axial hintereinander angeordneten Leiterabschnitten erhöht, was einer Verlängerung der von diesen Leiterabschnitten gebildeten Leitung und demgemäß einer entsprechenden Absenkung Abschnitten 52 mit einer Länge von etwa 44 mm und einer Breite von 12,5 mm ist eine Verminderung der Resonanzfrequenz um 6% auf $f_1 = 188$ MHz und damit auf die Fluor-Resonanz möglich. Dabei ist leicht erkennbar, daß der genaue Wert der Resonanzfrequenz f_1 von der Lage der auf dem Einsatz angeordneten leitenden Abschnitte 52 in Bezug auf die Lücken zwischen den axial hintereinander angeordneten Leiterabschnitten 22 bedingt ist, so daß durch eine Variation der Winkellage und/oder der axialen Stellung des Einsatzes eine genaue Abstimmung auf die gewünschte zweite Betriebsfrequenz f_1 erfolgen kann. Ist die richtige Lage des Einsatzes 51 einmal gefunden, kann sie durch geeignete nicht näher dargestellte Anschläge und/oder sonstige Registermittel festgelegt werden, die bewirken, daß der Einsatz 51 stets genau diejenige Lage einnimmt, bei welcher der Probenkopf auf die gewünschte zweite Betriebsfrequenz f_1 abgestimmt ist.

Es ist ersichtlich, daß das dargestellte Ausführungsbeispiel einen Probenkopf für die NMR-Tomographie darstellt, der durch Einsetzen des Einsatzes 51 von einer ersten Betriebsfrequenz f_0 , die 200 MHz beträgt und einer Protonen-Resonanz entspricht, auf eine zweite Betriebsfrequenz f_1 umgestellt werden kann, die 188 MHz beträgt und der Fluor-Resonanz entspricht. Diese Umstellung der Betriebsfrequenz erfolgt durch Einschieben des Einsatzes 51, wie auch die Rückstellung auf die erste Betriebsfrequenz f_0 durch einfaches Herausziehen des Einsatzes stattfinden kann. Damit bietet der dargestellte Probenkopf die Möglichkeit, mit einem NMR-Tomographiegerät unmittelbar nacheinander Messungen durchzuführen, die die Verteilung der Protonendichte einerseits und die Verteilung der Fluordichte andererseits wiedergebende Bilder oder auch die vo-

lumenselektiven Spektren der genannten Kernarten in dem untersuchten Objekt zu erhalten gestatten.

Es versteht sich, daß die Erfindung nicht auf das dargestellte Ausführungsbeispiel beschränkt ist, sondern Abweichungen davon möglich sind, ohne den Rahmen der Erfindung zu verlassen. Grundsätzlich ist die Erfindung unabhängig von dem speziellen Aufbau des Käfigresonators. Es kommt nur darauf an, durch einen Einsatz die elektrische Länge des Käfigresonators auf einen solchen Wert zu vergrößern, daß sich der Käfigresonator bei einer zweiten vorgegebenen Betriebsfrequenz f_1 in Resonanz befindet. Hierzu kann sowohl die kapazitive Belastung der von den Leitungsabschnitten des Käfigresonators gebildeten Leitungen als auch die Serieninduktivität dieser Leiter durch Anwendung geeigneter Maßnahmen erhöht werden. Allgemein sind alle Maßnahmen geeignet, deren Wirkungen sich als effektive Verlängerung der Leitung oder als Verkürzung der effektiven Wellenlänge beschreiben lassen. Dazu gehört insbesondere die Verwendung eines zylindrischen Einsatzes 51, der keine leitenden Abschnitte aufzuweisen braucht, weil seine Dielektrizitätskonstante so hoch ist, daß die von der Dielektrizitätskonstanten des die axialen Leitungsabschnitte umgebenden Mediums abhängige Ausbreitungsgeschwindigkeit der elektromagnetischen Wellen und damit auch die effektive Wellenlänge ausreichend vermindert wird, um eine Resonanz bei der gewünschten tieferen Betriebsfrequenz f_1 herbeizuführen. Bei einem Frequenzunterschied von 6%, wie er zwischen den Frequenzen der Protonen-Resonanz und der Fluor-Resonanz existiert, wird ein Einsatz mit einer Dielektrizitätskonstanten im Bereich zwischen 30 und 40 benötigt. Als Materialien mit einer ausreichend hohen Dielektrizitätskonstanten und kleinem Verlustfaktor eignen sich insbesondere keramische Werkstoffe auf der Basis von Bariumtitanat und Titandioxid.

Es sei noch erwähnt, daß Messungen an einem nach der Erfindung ausgebildeten Probenkopf gemäß dem an Hand der Zeichnung beschriebenen Ausführungsbeispiel ergeben haben, daß das Einfügen des Einsatzes keine meßbare Änderung der Feldhomogenität innerhalb des Probenkopfes zur Folge hat. Zwar tritt durch das Einfügen des Einsatzes eine erhebliche Verminderung der Güte des leeren Probenkopfes ein, jedoch liegt hierin kein nennenswerter Nachteil, weil die Verminderung der Güte eines durch eine Probe üblicher Größe belasteten Probenkopfes durch Einfügen des Einsatzes vernachlässigbar klein bleibt. Daher sind die mit dem erfindungsgemäßen Probenkopf mit und ohne Einsatz durchgeführten Messungen und durch Auswertung dieser Messungen erzeugten Bilder in jeder Hinsicht vergleichbar.

Patentansprüche

1. Probenkopf für die NMR-Tomographie mit einem Käfigresonator, der aus einer Anzahl auf einer Zylinderfläche angeordneter, parallel zur Zylinderachse gerichteter Leiterabschnitte, einer die Leiterabschnitte umgebenden, zu der genannten Zylinderfläche konzentrischen, elektrisch leitenden Abschirmung und zu den Leiterabschnitten in Serie geschalteten Kondensatoren besteht, welche zusammen mit den Leiterabschnitten die elektrische Länge des Käfigresonators derart bestimmen, daß sich der Käfigresonator bei einer ersten vorgegebenen Betriebsfrequenz f_0 in Resonanz befindet,

und mit einer Einrichtung zum Anlegen einer TEM-Dipolwelle im Käfigresonator, dadurch gekennzeichnet, daß der Probenkopf (1) einen in den von den Leiterabschnitten (22) gebildeten Hohlraum einschiebbaren, für das elektromagnetische HF-Feld durchlässigen, als Hohlzylinder ausgebildeten Einsatz (51) umfaßt, der, wenn er sich innerhalb des von den Leiterabschnitten (22) gebildeten Hohlraumes in einer vorgegebenen Position befindet, die elektrische Länge des Käfigresonators auf einen solchen Wert vergrößert, daß sich der Käfigresonator bei einer zweiten vorgegebenen Betriebsfrequenz f_1 in Resonanz befindet.

2. Probenkopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Einsatz aus einem Material mit hoher Dielektrizitätskonstanten besteht.

3. Probenkopf nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß der Einsatz aus einem keramischen Material auf der Basis von BaTi und/oder TiO_2 besteht.

4. Probenkopf nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Einsatz (51) einen dielektrischen Träger aufweist, auf dem sich elektrisch leitende Abschnitte (52) befinden, die den Enden (23) der elektrisch leitenden Leiterabschnitte (22), an welche die Kondensatoren (24) des Käfigresonators angeschlossen sind, dicht gegenüberstehen und dadurch die von diesen Kondensatoren (24) gebildete Kapazität zum Absenken der Resonanzfrequenz des Käfigresonators erhöhen.

5. Probenkopf nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die erste Betriebsfrequenz f_0 diejenige der Protonen-Resonanz und die zweite Betriebsfrequenz f_1 diejenige der Fluor-Resonanz ist.

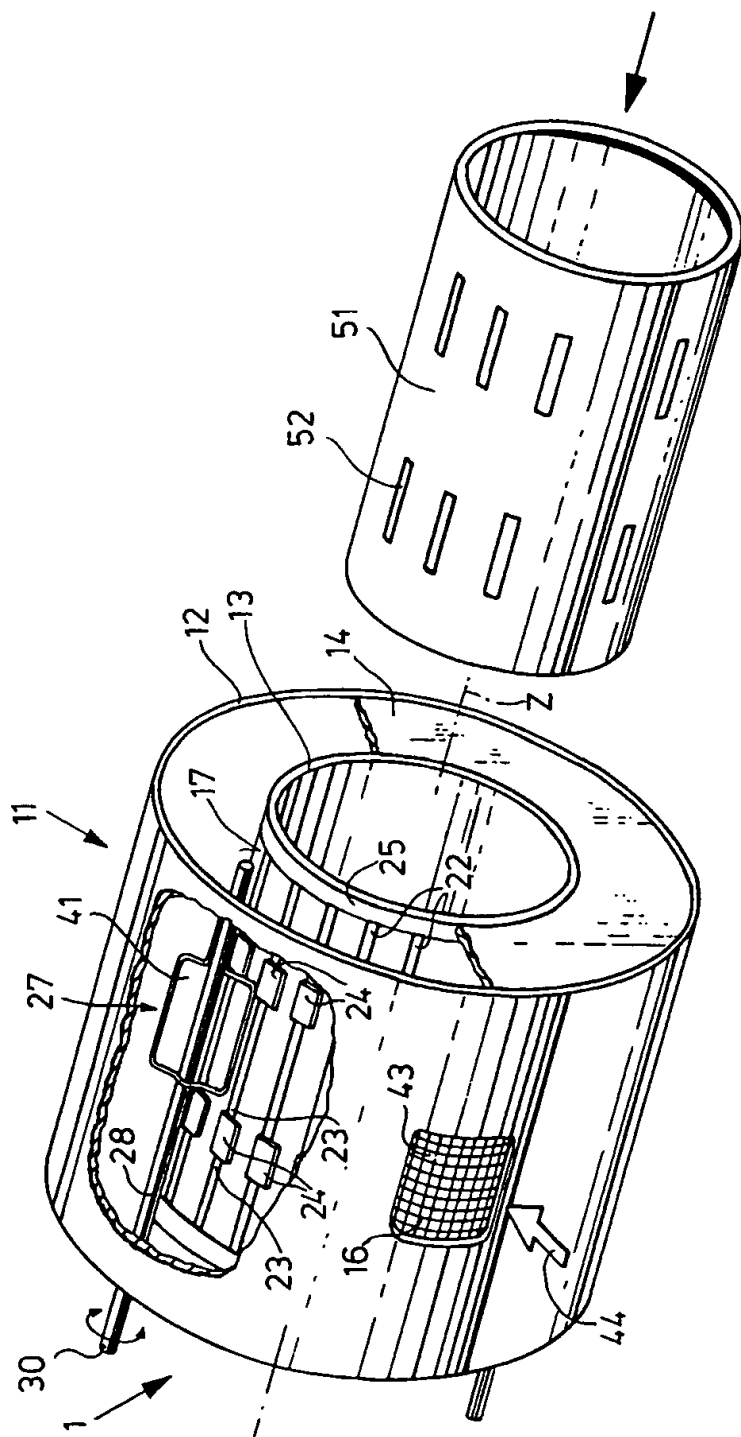
6. Probenkopf nach den Ansprüchen 4 und 5, dadurch gekennzeichnet, daß von den auf einer Zylinderfläche (16) angeordneten Leiterabschnitten (22) jeweils drei im wesentlichen gleich lange Abschnitte axial hintereinander angeordnet sind, deren Enden (23) sich jeweils mit geringem Abstand gegenüberstehen und an die die Kondensatoren (24) des Käfigresonators angeschlossen sind, während die äußeren Enden der jeweils äußeren Leiterabschnitte miteinander durch je einen ringförmigen Leiterabschnitt (25) verbunden sind, und daß die auf dem dielektrischen Träger des Einsatzes (51) angeordneten, elektrisch leitenden Abschnitte (52) die einander gegenüberstehenden Enden (23) der jeweils axial hintereinander angeordneten Leiterabschnitte (22) überlappen.

Hierzu 1 Seite(n) Zeichnungen

55

60

65



WEST

[Generate Collection](#)[Print](#)

Search Results - Record(s) 1 through 14 of 14 returned.

☐ 1. Document ID: US 6535084 B1

L5: Entry 1 of 14

File: USPT

Mar 18, 2003

US-PAT-NO: 6535084

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 6535084 B1

TITLE: Method and apparatus for designing an RF coil assembly

DATE-ISSUED: March 18, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Tropp; James S.	Berkeley	CA		

US-CL-CURRENT: 333/219; 324/318, 324/322

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments	Claims	RWC
Draw Desc	Image										

☐ 2. Document ID: US 6373248 B1

L5: Entry 2 of 14

File: USPT

Apr 16, 2002

US-PAT-NO: 6373248

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 6373248 B1

TITLE: Nuclear magnetic resonance logging with azimuthal resolution

DATE-ISSUED: April 16, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Poitzsch; Martin E.	Sugar Land	TX		
Speier; Peter	Stafford	TX		
Ganesan; Krishnamurthy	Sugar Land	TX		
Chang; Shu-Kong	Sugar Land	TX		
Goswami; Jaideva C.	Houston	TX		

US-CL-CURRENT: 324/303; 324/300

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments	Claims	RWC
Draw Desc	Image										

☐ 3. Document ID: US 6366089 B1

US-PAT-NO: 6366089

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 6366089 B1

TITLE: Nuclear magnetic resonance logging with azimuthal resolution

DATE-ISSUED: April 2, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Poitzsch; Martin E.	Sugar Land	TX		
Speier; Peter	Stafford	TX		
Ganesan; Krishnamurthy	Sugar Land	TX		
Chang; Shu-Kong	Sugar Land	TX		
Goswami; Jaideva C.	Houston	TX		

US-CL-CURRENT: 324/303; 324/300, 324/322

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments	Claims	KWOC
Draw Desc	Image										

☐ 4. Document ID: US 6300761 B1

L5: Entry 4 of 14

File: USPT

Oct 9, 2001

US-PAT-NO: 6300761

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 6300761 B1

TITLE: Antenna array for magnetic resonance examinations

DATE-ISSUED: October 9, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Hagen; Juergen	Erlangen			DE
Kreischer; Ludwig	Dormitz			DE
Reykowski; Arne	Erlangen			DE

US-CL-CURRENT: 324/318; 600/421

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments	Claims	KWOC
Draw Desc	Image										

☐ 5. Document ID: US 6255817 B1

L5: Entry 5 of 14

File: USPT

Jul 3, 2001

US-PAT-NO: 6255817

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 6255817 B1

TITLE: Nuclear magnetic resonance logging with azimuthal resolution

DATE-ISSUED: July 3, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Poitzsch; Martin E.	Sugar Land	TX		
Speier; Peter	Stafford	TX		
Ganesan; Krishnamurthy	Sugar Land	TX		
Chang; Shu-Kong	Sugar Land	TX		
Goswami; Jaideva C.	Houston	TX		

US-CL-CURRENT: 324/303; 324/300

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments	KWIC
Draw Desc	Image									

☐ 6. Document ID: US 6215304 B1

L5: Entry 6 of 14

File: USPT

Apr 10, 2001

US-PAT-NO: 6215304

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 6215304 B1

TITLE: NMR sensor

DATE-ISSUED: April 10, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Slade; Robert Andrew	Witney			GB

US-CL-CURRENT: 324/303; 324/318

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments	KWIC
Draw Desc	Image									

☐ 7. Document ID: US 6061589 A

L5: Entry 7 of 14

File: USPT

May 9, 2000

US-PAT-NO: 6061589

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 6061589 A

**** See image for Certificate of Correction ****TITLE: Microwave antenna for cancer detection system

DATE-ISSUED: May 9, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Bridges; Jack E.	Park Ridge	IL		
Taflov; Allen	Wilmette	IL		
Hagness; Susan C.	Chicago	IL		
Sahakian; Alan	Northbrook	IL		

US-CL-CURRENT: 600/430

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments
Draw Desc	Image								

KWIC

☐ 8. Document ID: US 6028429 A

L5: Entry 8 of 14

File: USPT

Feb 22, 2000

US-PAT-NO: 6028429

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 6028429 A

**** See image for Certificate of Correction ****

TITLE: Composite MRI antenna with reduced stray capacitance

DATE-ISSUED: February 22, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Green; Charles	Holbrook	NY		
Votruba; Jan	Ridge	NY		
Eydelman; Gregory	West Hempstead	NY		
Damadian; Raymond V.	Woodbury	NY		

US-CL-CURRENT: 324/318; 324/322, 600/412

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments
Draw Desc	Image								

KWIC

☐ 9. Document ID: US 5928229 A

L5: Entry 9 of 14

File: USPT

Jul 27, 1999

US-PAT-NO: 5928229

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 5928229 A

TITLE: Tumor ablation apparatus

DATE-ISSUED: July 27, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Gough; Edward J.	Menlo Park	CA		
Stein; Alan A.	Moss Beach	CA		

US-CL-CURRENT: 606/41; 606/42, 606/48, 607/101, 607/102

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments
Draw Desc	Image								

KWIC

☐ 10. Document ID: US 5757186 A

L5: Entry 10 of 14

File: USPT

May 26, 1998

US-PAT-NO: 5757186

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 5757186 A

TITLE: Nuclear magnetic resonance well logging apparatus and method adapted for measurement-while-drilling

DATE-ISSUED: May 26, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Taicher; Geresh Zvi	Houston	TX		
Reiderman; Arcady	Houston	TX		

US-CL-CURRENT: 324/303

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments	ROMC
Draw Desc	Image									

☐ 11. Document ID: US 5683384 A

L5: Entry 11 of 14

File: USPT

Nov 4, 1997

US-PAT-NO: 5683384

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 5683384 A

TITLE: Multiple antenna ablation apparatus

DATE-ISSUED: November 4, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Gough; Edward J.	Menlo Park	CA		
Stein; Alan A.	Moss Beach	CA		
Edwards; Stuart D.	Los Altos	CA		

US-CL-CURRENT: 606/41; 606/48, 607/101, 607/156

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments	ROMC
Draw Desc	Image									

☐ 12. Document ID: US 5284144 A

L5: Entry 12 of 14

File: USPT

Feb 8, 1994

US-PAT-NO: 5284144

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 5284144 A

TITLE: Apparatus for hyperthermia treatment of cancer

DATE-ISSUED: February 8, 1994

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Delannoy; Jose	Monsen Baroeul			FR
Le Bihan; Denis	Rockville	MD		
Chen; Ching-nien	Catonsville	MD		
Levin; Ronald L.	Olney	MD		
Turner; Robert	Bethesda	MD		

US-CL-CURRENT: 600/412; 324/315, 600/422, 607/154

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments	KWIC
Draw Desc	Image									

☐ 13. Document ID: US 5061838 A

L5: Entry 13 of 14

File: USPT

Oct 29, 1991

US-PAT-NO: 5061838

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 5061838 A

**** See image for Certificate of Correction ****

TITLE: Toroidal electron cyclotron resonance reactor

DATE-ISSUED: October 29, 1991

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Lane; Barton G.	Belmont	MA		
Sawin; Herbert H.	Lexington	MA		
Smatlak; Donna L.	Arlington	MA		

US-CL-CURRENT: 219/121.59; 156/345.42, 204/298.17, 204/298.37, 204/298.38, 219/121.42, 219/121.43

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments	KWIC
Draw Desc	Image									

☐ 14. Document ID: US 4620155 A

L5: Entry 14 of 14

File: USPT

Oct 28, 1986

US-PAT-NO: 4620155

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 4620155 A

TITLE: Nuclear magnetic resonance imaging antenna subsystem having a plurality of non-orthogonal surface coils

DATE-ISSUED: October 28, 1986

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Edelstein; William A.	Schenectady	NY		

US-CL-CURRENT: 324/322; 324/318

[Generate Collection](#)
[Print](#)

Term	Documents
CYCL\$5	0
CYCL	2262
CYCLA	18
CYCLAACKYL	1
CYCLAASE	1
CYCLAAT	3
CYCLABLE	278
CYCLABLES	4
CYCLABLY	2
CYCLABUTE	4
CYCLAC	2
(L4 AND (CYCL\$5)).USPT,PGPB,JPAB,EPAB,DWPI,TDBD.	14

There are more results than shown above. [Click here to view the entire set.](#)

Display Format:

-

[Change Format](#)
[Previous Page](#)
[Next Page](#)

WEST

[Generate Collection](#)[Print](#)

Search Results - Record(s) 1 through 11 of 11 returned.

☐ 1. Document ID: US 6535084 B1

L8: Entry 1 of 11

File: USPT

Mar 18, 2003

US-PAT-NO: 6535084

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 6535084 B1

TITLE: Method and apparatus for designing an RF coil assembly

DATE-ISSUED: March 18, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Tropp; James S.	Berkeley	CA		

US-CL-CURRENT: 333/219; 324/318, 324/322

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments	EMC
Draw Desc	Image									

☐ 2. Document ID: US 6373248 B1

L8: Entry 2 of 11

File: USPT

Apr 16, 2002

US-PAT-NO: 6373248

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 6373248 B1

TITLE: Nuclear magnetic resonance logging with azimuthal resolution

DATE-ISSUED: April 16, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Poitzsch; Martin E.	Sugar Land	TX		
Speier; Peter	Stafford	TX		
Ganesan; Krishnamurthy	Sugar Land	TX		
Chang; Shu-Kong	Sugar Land	TX		
Goswami; Jaideva C.	Houston	TX		

US-CL-CURRENT: 324/303; 324/300

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments	EMC
Draw Desc	Image									

☐ 3. Document ID: US 6366089 B1

US-PAT-NO: 6366089

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 6366089 B1

TITLE: Nuclear magnetic resonance logging with azimuthal resolution

DATE-ISSUED: April 2, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Poitzsch; Martin E.	Sugar Land	TX		
Speier; Peter	Stafford	TX		
Ganesan; Krishnamurthy	Sugar Land	TX		
Chang; Shu-Kong	Sugar Land	TX		
Goswami; Jaideva C.	Houston	TX		

US-CL-CURRENT: 324/303; 324/300, 324/322

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments
Draw Desc	Image								

KWC

☐ 4. Document ID: US 6255817 B1

L8: Entry 4 of 11

File: USPT

Jul 3, 2001

US-PAT-NO: 6255817

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 6255817 B1

TITLE: Nuclear magnetic resonance logging with azimuthal resolution

DATE-ISSUED: July 3, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Poitzsch; Martin E.	Sugar Land	TX		
Speier; Peter	Stafford	TX		
Ganesan; Krishnamurthy	Sugar Land	TX		
Chang; Shu-Kong	Sugar Land	TX		
Goswami; Jaideva C.	Houston	TX		

US-CL-CURRENT: 324/303; 324/300

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments
Draw Desc	Image								

KWC

☐ 5. Document ID: US 6215304 B1

L8: Entry 5 of 11

File: USPT

Apr 10, 2001

US-PAT-NO: 6215304

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 6215304 B1

TITLE: NMR sensor

DATE-ISSUED: April 10, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Slade; Robert Andrew	Witney			GB

US-CL-CURRENT: 324/303; 324/318

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments	ROMC
Draw Desc	Image									

☐ 6. Document ID: US 6028429 A

L8: Entry 6 of 11

File: USPT

Feb 22, 2000

US-PAT-NO: 6028429

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 6028429 A

**** See image for Certificate of Correction ****

TITLE: Composite MRI antenna with reduced stray capacitance

DATE-ISSUED: February 22, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Green; Charles	Holbrook	NY		
Votruba; Jan	Ridge	NY		
Eydelman; Gregory	West Hempstead	NY		
Damadian; Raymond V.	Woodbury	NY		

US-CL-CURRENT: 324/318; 324/322, 600/412

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments	ROMC
Draw Desc	Image									

☐ 7. Document ID: US 5928229 A

L8: Entry 7 of 11

File: USPT

Jul 27, 1999

US-PAT-NO: 5928229

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 5928229 A

TITLE: Tumor ablation apparatus

DATE-ISSUED: July 27, 1999

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Gough; Edward J.	Menlo Park	CA		
Stein; Alan A.	Moss Beach	CA		

US-CL-CURRENT: 606/41; 606/42, 606/48, 607/101, 607/102

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments
Draw Desc	Image								

KWMC

☐ 8. Document ID: US 5683384 A

L8: Entry 8 of 11

File: USPT

Nov 4, 1997

US-PAT-NO: 5683384

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 5683384 A

TITLE: Multiple antenna ablation apparatus

DATE-ISSUED: November 4, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Gough; Edward J.	Menlo Park	CA		
Stein; Alan A.	Moss Beach	CA		
Edwards; Stuart D.	Los Altos	CA		

US-CL-CURRENT: 606/41; 606/48, 607/101, 607/156

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments
Draw Desc	Image								

KWMC

☐ 9. Document ID: US 5284144 A

L8: Entry 9 of 11

File: USPT

Feb 8, 1994

US-PAT-NO: 5284144

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 5284144 A

TITLE: Apparatus for hyperthermia treatment of cancer

DATE-ISSUED: February 8, 1994

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Delannoy; Jose	Monsen Baroeul			FR
Le Bihan; Denis	Rockville	MD		
Chen; Ching-nien	Catonsville	MD		
Levin; Ronald L.	Olney	MD		
Turner; Robert	Bethesda	MD		

US-CL-CURRENT: 600/412; 324/315, 600/422, 607/154

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments
Draw Desc	Image								

KWMC

☐ 10. Document ID: US 5061838 A

L8: Entry 10 of 11

File: USPT

Oct 29, 1991

US-PAT-NO: 5061838
DOCUMENT-IDENTIFIER: US 5061838 A
** See image for Certificate of Correction **

TITLE: Toroidal electron cyclotron resonance reactor

DATE-ISSUED: October 29, 1991

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Lane; Barton G.	Belmont	MA		
Sawin; Herbert H.	Lexington	MA		
Smatlak; Donna L.	Arlington	MA		

US-CL-CURRENT: 219/121.59; 156/345.42, 204/298.17, 204/298.37, 204/298.38,
219/121.42, 219/121.43

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments	KWIC
Draw	Desc	Image								

☐ 11. Document ID: US 4620155 A

L8: Entry 11 of 11

File: USPT

Oct 28, 1986

US-PAT-NO: 4620155
DOCUMENT-IDENTIFIER: US 4620155 A

TITLE: Nuclear magnetic resonance imaging antenna subsystem having a plurality of non-orthogonal surface coils

DATE-ISSUED: October 28, 1986

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Edelstein; William A.	Schenectady	NY		

US-CL-CURRENT: 324/322; 324/318

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments	KWIC
Draw	Desc	Image								

Generate Collection

Print

Term	Documents
(5 AND 7).USPT,PGPB,JPAB,EPAB,DWPI,TDBD.	11
(L5 AND L7).USPT,PGPB,JPAB,EPAB,DWPI,TDBD.	11

Display Format:

-

Change Format

[Previous Page](#)

[Next Page](#)

Freeform Search

Database: US Patents Full-Text Database
US Pre-Grant Publication Full-Text Database
JPO Abstracts Database
EPO Abstracts Database
Derwent World Patents Index
IBM Technical Disclosure Bulletins

Term: L6 and (electric\$8)

Display: 100 **Documents in Display Format:** - **Starting with Number** 1

Generate: ☐ Hit List ☒ Hit Count ☐ Side by Side ☐ Image

Search

Clear

Help

Logout

Interrupt

Main Menu

Show 8 Numbers

Edit 8 Numbers

Preferences

Cases

Search History

DATE: Tuesday, June 17, 2003 [Printable Copy](#) [Create Case](#)

Set Name Query
side by side

Hit Count Set Name
result set

DB=USPT,PGPB,JPAB,EPAB,DWPI,TDBD; PLUR=YES; OP=ADJ

<u>L7</u>	L6 and (electric\$8)	5	<u>L7</u>
<u>L6</u>	L5 and (ground)	5	<u>L6</u>
<u>L5</u>	L4 and (coupl\$4 with magnet\$9)	7	<u>L5</u>
<u>L4</u>	L3 and (coupl\$4)	21	<u>L4</u>
<u>L3</u>	L2 and (birdcage or bird-cage or "bird cage")	25	<u>L3</u>
<u>L2</u>	L1 and (endcap\$4 or end-cap\$\$ or "end cap\$" or polecap\$4 or pole-cap\$\$ or "pole cap\$")	2078	<u>L2</u>
<u>L1</u>	((magnetic adj resonance) or MRI or NMR)	149986	<u>L1</u>

END OF SEARCH HISTORY

WEST

[Generate Collection](#)[Print](#)

Search Results - Record(s) 1 through 7 of 7 returned.

☐ 1. Document ID: US 6535084 B1

L5: Entry 1 of 7

File: USPT

Mar 18, 2003

US-PAT-NO: 6535084

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 6535084 B1

TITLE: Method and apparatus for designing an RF coil assembly

DATE-ISSUED: March 18, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Tropp; James S.	Berkeley	CA		

US-CL-CURRENT: 333/219; 324/318, 324/322

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments	KWAC
Draw Desc	Image									

☐ 2. Document ID: US 6501274 B1

L5: Entry 2 of 7

File: USPT

Dec 31, 2002

US-PAT-NO: 6501274

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 6501274 B1

TITLE: Magnetic resonance imaging system using coils having paraxially distributed transmission line elements with outer and inner conductors

DATE-ISSUED: December 31, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Ledden; Patrick	Malden	MA		

US-CL-CURRENT: 324/318

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments	KWAC
Draw Desc	Image									

☐ 3. Document ID: US 6366093 B1

L5: Entry 3 of 7

File: USPT

Apr 2, 2002

US-PAT-NO: 6366093

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 6366093 B1

TITLE: Re-entrant RF cavity resonator for magnetic resonance

DATE-ISSUED: April 2, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Hartman; Spencer C.	Burlingame	CA		

US-CL-CURRENT: 324/318; 324/307, 324/321, 324/322

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments	KMIC
Draw Desc	Image									

☐ 4. Document ID: US 6232779 B1

L5: Entry 4 of 7

File: USPT

May 15, 2001

US-PAT-NO: 6232779

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 6232779 B1

TITLE: NMR RF coil with improved resonant tuning and field containment

DATE-ISSUED: May 15, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Tropp; James S.	Berkeley	CA		
Boskamp; Eddy B.	Menomonee Falls	WI		

US-CL-CURRENT: 324/322; 324/318

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments	KMIC
Draw Desc	Image									

☐ 5. Document ID: US 6029082 A

L5: Entry 5 of 7

File: USPT

Feb 22, 2000

US-PAT-NO: 6029082

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 6029082 A

TITLE: Less-claustrophobic, quadrature, radio-frequency head coil for nuclear magnetic resonance

DATE-ISSUED: February 22, 2000

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Srinivasan; Ravi	Richmond Heights	OH		
Liu; Haiying	Minneapolis	MN		
Elek; Robert A.	Chardon	OH		

US-CL-CURRENT: 600/422; 324/318, 324/322

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments	KWIC
Draw Desc	Image									

☐ 6. Document ID: US 5602479 A

L5: Entry 6 of 7

File: USPT

Feb 11, 1997

US-PAT-NO: 5602479

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 5602479 A

TITLE: Quadrature radio frequency coil for magnetic resonance imaging

DATE-ISSUED: February 11, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Srinivasan; Ravi	Richmond Hts.	OH		
Liu; Haiying	Euclid	OH		
Elek; Robert A.	Chardon	OH		

US-CL-CURRENT: 324/318; 324/322

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments	KWIC
Draw Desc	Image									

☐ 7. Document ID: US 5602477 A

L5: Entry 7 of 7

File: USPT

Feb 11, 1997

US-PAT-NO: 5602477

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 5602477 A

TITLE: Nuclear magnetic resonance freezing sensor

DATE-ISSUED: February 11, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
McCarthy; Michael J.	Davis	CA		
Reid; David S.	Davis	CA		

US-CL-CURRENT: 324/315; 324/300

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments	KWIC
Draw Desc	Image									

Generate Collection

Print

Term	Documents
COUPL\$4	0
COUPL	118
COUPLA	16
COUPLAANT	1
COUPLABLC	1
COUPLABLE	5152
COUPLABLY	39
COUPLAGE	23
COUPLAGES	2
COUPLANA	1
COUPLANAR	1
(L4 AND (COUPL\$4 WITH MAGNET\$9)).USPT,PGPB,JPAB,EPAB,DWPI,TDBD.	7

There are more results than shown above. Click here to view the entire set.

Display Format:

[Previous Page](#)

[Next Page](#)

WEST

[Generate Collection](#)[Print](#)

Search Results - Record(s) 1 through 5 of 5 returned.

☐ 1. Document ID: US 6535084 B1

L7: Entry 1 of 5

File: USPT

Mar 18, 2003

US-PAT-NO: 6535084

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 6535084 B1

TITLE: Method and apparatus for designing an RF coil assembly

DATE-ISSUED: March 18, 2003

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Tropp; James S.	Berkeley	CA		

US-CL-CURRENT: 333/219; 324/318, 324/322

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments
Draw Desc	Image								

KWIC

☐ 2. Document ID: US 6366093 B1

L7: Entry 2 of 5

File: USPT

Apr 2, 2002

US-PAT-NO: 6366093

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 6366093 B1

TITLE: Re-entrant RF cavity resonator for magnetic resonance

DATE-ISSUED: April 2, 2002

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Hartman; Spencer C.	Burlingame	CA		

US-CL-CURRENT: 324/318; 324/307, 324/321, 324/322

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments
Draw Desc	Image								

KWIC

☐ 3. Document ID: US 6232779 B1

L7: Entry 3 of 5

File: USPT

May 15, 2001

US-PAT-NO: 6232779

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 6232779 B1

TITLE: NMR RF coil with improved resonant tuning and field containment

DATE-ISSUED: May 15, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Tropp; James S.	Berkeley	CA		
Boskamp; Eddy B.	Menomonee Falls	WI		

US-CL-CURRENT: 324/322; 324/318

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments	KWIC
Draw Desc	Image									

☐ 4. Document ID: US 5602479 A

L7: Entry 4 of 5

File: USPT

Feb 11, 1997

US-PAT-NO: 5602479

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 5602479 A

TITLE: Quadrature radio frequency coil for magnetic resonance imaging

DATE-ISSUED: February 11, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
Srinivasan; Ravi	Richmond Hts.	OH		
Liu; Haiying	Euclid	OH		
Elek; Robert A.	Chardon	OH		

US-CL-CURRENT: 324/318; 324/322

Full	Title	Citation	Front	Review	Classification	Date	Reference	Sequences	Attachments	KWIC
Draw Desc	Image									

☐ 5. Document ID: US 5602477 A

L7: Entry 5 of 5

File: USPT

Feb 11, 1997

US-PAT-NO: 5602477

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 5602477 A

TITLE: Nuclear magnetic resonance freezing sensor

DATE-ISSUED: February 11, 1997

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	CITY	STATE	ZIP CODE	COUNTRY
McCarthy; Michael J.	Davis	CA		
Reid; David S.	Davis	CA		

US-CL-CURRENT: 324/315; 324/300

[Generate Collection](#)
[Print](#)

Term	Documents
ELECTRIC\$8	0
ELECTRIC	3154109
ELECTRICA	448
ELECTRICAAL	10
ELECTRICAALLY	2
ELECTRICABLE	3
ELECTRICABLY	4
ELECTRICACL	2
ELECTRICACONTACT	1
ELECTRICACOUSTIC	5
ELECTRICACTION	1
(L6 AND (ELECTRIC\$8)).USPT,PGPB,JPAB,EPAB,DWPI,TDBD.	5

There are more results than shown above. [Click here to view the entire set.](#)

Display Format:

-

[Change Format](#)

[Previous Page](#)

[Next Page](#)